

①  
[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1608**

**H**

**Unique Paper Code : 12271202**

**Name of the Paper : Mathematical Methods for  
Economics-II**

**Name of the Course : B.A. (Hons.) Economics**

**Semester : II**

**Duration : 3 Hours Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. There are 4 questions in all.
3. All questions are compulsory.
4. All parts of a question must be answered together.
5. Use of simple calculator is allowed.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

1. Answer any **four** of the following : (4×5=20)

(a) The marginal cost (in lakhs of rupees) of producing a motor car is given by  $6 + 4x^2 + 1.5e^x$ , where  $x$  is the quantity produced. Determine the total cost producing 5 motor cars if the fixed cost is Rs. 7 Lakhs. It is given that  $e^x = 0.006$ .

(b) (i) Suppose  $Y = Y(t)$  is national product,  $C(t)$  is consumption at time  $t$ , and  $\bar{I}$  is Investment, which is constant. Suppose  $\dot{Y} = \alpha(C + \bar{I} - Y)$  and  $C = aY + b$ , where  $a$ ,  $b$  and  $\alpha$  are positive constants with  $a < 1$ . Derive a differential equation for  $Y$ .

(ii) Find its solution when  $Y(0) = Y_0$  is given. What happens to  $Y(t)$  as  $t \rightarrow \infty$ ?

(c) Let  $Y_t$  denote national income,  $I_t$  total investment, and  $S_t$  total saving – all in period  $t$ . Suppose savings are proportional to national income, and that investment is proportional to the change in income from period  $t$  to  $t+1$ . Then, for  $t = 0, 1, 2, \dots$ ,

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



$$(i) S_t = \beta Y_t$$

$$(ii) I_{t+1} = \alpha(Y_{t+1} - Y_t)$$

$$(iii) S_t = I_t \quad \alpha, \beta > 0 \quad \beta < \alpha$$

Deduce a difference equation determining the path of  $Y_t$ , given  $Y_0$  and solve it.

(d) Find the general form of a function  $f$  whose second derivative  $f''(x)$  is equal to  $x^2$ . If we require in addition that  $f(0) = -1$ , what is  $f(x)$ ?

(e) Find the area of the region bounded by  $y = x^2$  and  $y = x$ .

2. Answer any **four** of the following :  $(4 \times 5 = 20)$

(a) Show that the production function  $Y = Ax^\alpha y^\beta$  where  $A, \alpha, \beta > 0$  has elasticity of substitution 1 everywhere.

(b) A firm sells 2 brands X and Y of a soap. The outputs and prices are denoted by  $x, y, p$  and  $q$  respectively. The demand functions of the two

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

brands are :  $x = 100 - 2p + 5q$  and  $y = 80 + 4p - 3q$ . Suppose brand X sells for rupees 15 per unit and Y for 12 per unit. Estimate the approximate change in revenue if the prices are increased by 1 per unit for X and 1.5 per unit for Y and compare it with the actual change in revenue.

(c) Draw the level curves for the function

$$f(x, y) = \frac{2x - 2y}{x^2 + y^2 + 1} \text{ for levels } k = 0, 1.$$

**[For PWD candidates in lieu of part c]**

Find the equation of the tangent plane at a point  $(1, 1, 5)$  to the function  $x^2 + 2xy + 2y^2$

(d) Examine the definiteness of the following quadratic forms :

(i)  $f(x, y) = x^2 + 2xy + y^2$

(ii)  $-x^2 + y^2$  subject to  $2x - 3y = 5$

कालेन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(e) Find and sketch the domain of the following functions :

$$(i) f(x, y) = \sqrt{x^2 - y}$$

$$(ii) f(x, y) = \sqrt{y+4} - \sqrt{x+1}$$

[For PWD candidates in lieu of part e]

Find the domain of the following functions :

$$(i) f(x, y) = \sqrt{x^2 - y}$$

$$(ii) f(x, y) = \sqrt{y+4} - \sqrt{x+1}$$

$$(iii) f(x, y) = \ln(y^2 - x)$$

3. Answer any **four** of the following : (4×7=28)

(a) Based on the table, classify each of the following points as a local maximum, local minimum, saddle point, not a critical point, or not enough information to classify.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

| Point | $f'_x$ | $f'_y$ | $f''_{xx}$ | $f''_{xy}$ | $f''_{yy}$ |
|-------|--------|--------|------------|------------|------------|
| A     | 1      | 2      | 3          | 4          | 5          |
| B     | 0      | 0      | 0          | 0          | 0          |
| C     | 0      | 0      | 1          | 2          | 3          |
| D     | 0      | 0      | 0          | 1          | 0          |
| E     | 0      | 0      | 0          | -1         | 0          |

(b) Find the extreme points of the function  $f(x,y) = 9x + 8y - 6(x+y)^2$  subject to  $0 \leq x \leq 5$ ,  $0 \leq y \leq 3$  and  $x - 2y \geq -2$ .

(c) Find all extreme points and/or saddle points of the function :

$$3x^2y + y^3 - 3x^2 - 3y^2 + 2$$

(d) Define quasi-concave and quasi-convex functions.

Prove geometrically or otherwise that  $y = x^2$ ;  $x \geq 0$  is both quasi-concave and quasi-convex.



- (e) Find the maximum and minimum values of  $f(x, y) = x + y$  subject to  $x^2 + y^2 = 4$  using Lagrange multiplier method. Verify the second order conditions.

4. Answer any **one** of the following : (1×7=7)

- (a) The Eco club Econ manufactures eco-friendly inexpensive notebooks and diaries. Each notebook takes 4 Kgs of paper pulp and 2 litres of water solution in its preparation while each diary requires 3 Kgs of paper pulp and 1 litre of water solution. The club has 240 Kgs of paper pulp and 100 litres of water solution available with it. Each notebook sold gives a profit of Rs. 7 and each diary gives a profit of Rs. 5. Using linear programming, find the optimal combination of notebooks and diaries to be produced in order to maximize the profit.

- (b) Is there a solution to the following linear programming problem?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

Maximize  $x_1 + x_2$  subject to

$$\begin{cases} -x_1 + x_2 \leq -1 \\ -x_1 + 3x_2 \leq 3 \end{cases} \quad x_1 \geq 0 \quad x_2 \geq 0$$

Will a solution exist if the objective function is changed to  $z = -x_1 - x_2$ ?

Solve wherever possible.



(2)

[This question paper contains 16 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1383**

**H**

**Unique Paper Code : 12271401**

**Name of the Paper : Intermediate Microeconomics II**

**Name of the Course : B.A. (Hons.) Economics**

**Semester : IV**

**Duration : 3 Hours Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. The question paper is divided into **two** parts.
3. Attempt **four** questions in all, selecting **two** from **Part A** and **two** from **Part B**.
4. Use of a simple calculator is permitted.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रश्न पत्र दो भागों में विभाजित है।
3. कुल चार प्रश्न हल करें, भाग क से दो और भाग ख से दो प्रश्न चुनें।
4. एक साधारण कैलकुलेटर का उपयोग करने की अनुमति है।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

### PART A

#### भाग क

1. (a) A 2X2 pure exchange economy has two individuals, Ann and Bill, and two goods, X and Y. Ann's utility function is  $u(x, y) = \min\{x_A, y_A\}$ ; and Bill's utility function is  $u(x, y) = x_B + y_B$ . Ann's endowment is (4, 6) and that of Bill is (6, 4).

(i) Draw a well labelled Edgeworth Box indicating endowment point, indifference curves and the contract curve.

(ii) Write the equation of the contract curve.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(iii) Find the competitive equilibrium.

(b) (i) Explain what is meant by a fair allocation.

(ii) Is the competitive equilibrium allocation in part

(a) above a fair allocation? (10+8.5)

(क) एक  $2 \times 2$  शुद्ध विनिमय अर्थव्यवस्था में दो व्यक्ति, ऐन और बिल और दो माल,  $X$  और  $Y$  हैं। ऐन का उपयोगिता फलन  $u(x, y) = \min\{x_A, y_A\}$  है; और बिल का उपयोगिता फलन  $u(x, y) = x_B + y_B$  है। ऐन का धर्माद (एंडोमेंट)  $(4, 6)$  है और बिल का  $(6, 4)$  है।

(i) धर्माद (एंडोमेंट) बिंदु, अनधिमान वक्र और अनुबंध वक्र को दर्शाने वाला एक सुव्यवस्थित एजवर्थ बॉक्स लेबल खींचें।

(ii) अनुबंध वक्र का समीकरण लिखिए।

(iii) प्रतिस्पर्धी संतुलन ज्ञात कीजिए।

(ख) (i) उचित आवंटन का क्या तात्पर्य है, स्पष्ट कीजिए।

(ii) क्या ऊपर भाग (क) में दिया गया प्रतिस्पर्धी संतुलन आवंटन उचित आवंटन है?

2. (a) There are three individuals Jack, Kate and Lily who rank their preferences among alternatives A, B, C and D as follows, rank 1 indicating most preferred and rank 4 indicating least preferred.

|   | Jack | Kate | Lily |
|---|------|------|------|
| A | 1    | 1    | 3    |
| B | 2    | 2    | 4    |
| C | 3    | 3    | 1    |
| D | 4    | 4    | 2    |

- (i) Which is the socially most preferred alternative, using rank order voting?
- (ii) If alternative B is dropped, make a table showing the ranks assigned to the remaining three alternatives. Which is the socially most preferred alternative, using rank order voting?
- (iii) What is Arrow's impossibility theorem?
- (iv) Which condition of Arrow's impossibility theorem is violated in the above results?



(b) Tom and Jerry have 8 cups of milk (m) and 8 cups of juice (j) to divide between themselves. What are the pareto optimal allocations of milk and juice between them :

(i) If each has the same utility function given by  $u(m, j) = \max \{m, j\}$

(ii) If each has the same utility function given by  $u(m, j) = \min \{m, j\}$  (10+8.5)

(क) तीन व्यक्ति जैक, केट और लिली हैं जो विकल्प A, B, C और D के बीच अपनी अधिमान्यताओं को निम्नानुसार रैंक करते हैं, रैंक 1 सर्वाधिक अधिमान्य और रैंक 4 सबसे कम अधिमान्य होने को दर्शाता है।

|   | जैक | केट | लिली |
|---|-----|-----|------|
| A | 1   | 1   | 3    |
| B | 2   | 2   | 4    |
| C | 3   | 3   | 1    |
| D | 4   | 4   | 2    |

(i) रैंक ऑर्डर वोटिंग का उपयोग करके सामाजिक रूप से सर्वाधिक अधिमान्य विकल्प कौन-सा है?

(ii) यदि विकल्प B को हटा दिया जाए तो शेष तीन विकल्पों को दिए गए रैंक को दर्शाते हुए एक सारणी तैयार कीजिए। रैंक ऑर्डर वोटिंग का उपयोग करके सामाजिक रूप से सर्वाधिक अधिमान्य विकल्प कौन-सा है?

(iii) एरो की असंभवता प्रमेय क्या है?

(iv) उपरोक्त परिणामों में एरो की असंभवता प्रमेय की कौन-सी शर्त का उल्लंघन किया गया है?

(ख) टॉम और जेरी के पास आपस में विभाजित करने के लिए 8 कप दूध (M) और 8 कप रस (J) है। उनके बीच दूध और रस के पैरेटो अभीष्ट आवंटन क्या हैं:

(i) यदि प्रत्येक का  $u(m, j) = \max \{m, j\}$  द्वारा दिया गया समान उपयोगिता फलन है।

(ii) यदि प्रत्येक का उपयोगिता फलन  $u(m, j) = \min \{m, j\}$  द्वारा दर्शाया गया है।

3. Steel firm A is situated along the banks of the Yamuna river. Further downstream is fishery B. The cost function of A is given by  $c_A(s, x) = 5s^2 + (1 - x)^2$ , where  $s$  is the quantity of steel produced by A in a year and  $x$  is the quantity of pollutants that A dumps



into the Yamuna in a given year. Pollutants increase the cost of production for the fishery B, whose cost function is  $c_B(f, x) = f^2 + 2x$ , where  $f$  is the quantity of fish caught in a given year. The unit price of fish is ₹1 and that the unit price of steel is ₹10.

- (i) Explain the concept of externalities in the given problem.
- (ii) Find the profit maximizing quantity of steel  $s$  and pollutant  $x$  produced by A and the profits earned by A.
- (iii) Find the profit maximizing quantity of fish  $f$  caught by B using  $x$  obtained in (i). Also, find B's profits.
- (iv) If the two firms A and B merge, find the profit maximizing quantities of steel, fish, and pollutants and profits of the new firm. (18.5)

स्टील फर्म A यमुना नदी के किनारे स्थित है। आगे नीचे की ओर मत्स्य पालन B है। A का लागत फलन  $c_A(s, x) = 5s^2 + (1 - x)^2$ , द्वारा दर्शाया गया है, जहाँ  $s$ , A द्वारा एक वर्ष में उत्पादित स्टील की मात्रा और  $x$  प्रदूषकों की वह मात्रा है जिसे A किसी दिए गए वर्ष में यमुना में प्रवाहित करती है। प्रदूषक मत्स्य पालन B के लिए उत्पादन की लागत को बढ़ाते हैं, जिसका लागत फलन  $c_B(f, x) = f^2 + 2x$

है, जहाँ  $f$  किसी दिए गए वर्ष में पकड़ी गई मछलियों की मात्रा है। मछली का इकाई मूल्य 1 रुपया है और स्टील का इकाई मूल्य 10 रुपये है।

(i) दिए गए प्रश्न में बाह्यताओं की अवधारणा को स्पष्ट कीजिए।

(ii) A द्वारा अधिकतम लाभ वाली उत्पादित स्टील  $S$  की मात्रा और प्रदूषक  $x$  की मात्रा तथा A द्वारा अर्जित लाभ ज्ञात कीजिए।

(iii) उपरोक्त बिंदु (i) में प्राप्त  $x$  का उपयोग करके B द्वारा पकड़ी गई मछली  $f$  की अधिकतम मात्रा ज्ञात कीजिए। साथ ही B द्वारा अर्जित लाभ भी ज्ञात कीजिए।

(iv) यदि दोनों फर्मों, A और B का विलय हो जाए, तो नई फर्म के स्टील, मछली और प्रदूषकों की अधिकतम लाभ वाली मात्रा और नई फर्म का लाभ ज्ञात कीजिए।

4. (a) Bina and Riya share an apartment They wish to buy a sofa that will be shared by them. Their utility function are  $U_B(S, M_B) = (1+S)M_B$ , and  $U_R(S, M_R) = (2+S)M_R$ , respectively.  $M_B$  and  $M_R$  are the amounts of money that Bina and Riya have to spend on other goods,  $S=1$  if they get the sofa, and  $S=0$  if they don't. Bina has  $W_B$  rupees to spend and Riya has  $W_R$  rupees.



- (i) What is Bina's reservation price for the sofa?
- (ii) What is Riya's reservation price for the sofa?
- (iii) If Bina has a total of  $W_B = ₹100$  and Riya has a total of  $W_R = ₹75$  to spend on sofas and other stuff. What should be maximum cost of the sofa if buying the sofa is a Pareto improvement over not buying the sofa?

(b) (i) Explain the characteristics of a public good.

(ii) Out of the following goods, which ones will you classify as public goods and why :

- Toll roads
- India Gate lawns
- Picnic on Juhu beach (10+8.5)

(क) बीना और रिया एक अपार्टमेंट साझा करती हैं वे एक सोफा खरीदना चाहती हैं जिसका उपयोग उनके द्वारा साझा रूप से किया जाएगा। उनके उपयोगिता फलन क्रमशः  $U_B(S, M_B) = (1+S)M_B$  और  $U_R(S, M_R) = (2+S)M_R$  हैं।  $M_B$  और

$M_R$  वह धनराशि है जो बीना और रिया को अन्य वस्तुओं पर खर्च करनी पड़ती है,  $S=1$  यदि उन्हें सोफा मिलता है, और  $S=0$  यदि वे सोफा नहीं लेती हैं। बीना के पास खर्च करने के लिए  $W_B$  रुपये हैं और रिया के पास  $W_R$  रुपये हैं।

(i) सोफे के लिए बीना का आरक्षित मूल्य क्या है?

(ii) सोफे के लिए रिया का आरक्षित मूल्य क्या है?

(iii) यदि बीना के पास कुल  $W_B = 100$  रुपये है और रिया के पास सोफा और अन्य सामान पर खर्च करने के लिए कुल  $W_R = 75$  रुपये हैं। यदि सोफा खरीदना सोफा नहीं खरीदने की तुलना में एक पैरेटो सुधार है, तो सोफे की अधिकतम लागत क्या होनी चाहिए?

(ख) (i) सार्वजनिक वस्तुओं की विशेषताओं को स्पष्ट कीजिए।

(ii) निम्नलिखित वस्तुओं में से, आप किन वस्तुओं को सार्वजनिक वस्तुओं के रूप में वर्गीकृत करेंगे और क्यों?

- पथकर सड़क
- इंडिया गेट लॉन
- जुहू के समुद्र किनारे पर पिकनिक



## PART B

## भाग ख

5. In a duopoly, the inverse demand function is given by  $P(Q) = 180 - 2Q$  where  $Q = Q_1 + Q_2$ . Their cost functions are given by  $TC_1 = 30Q_1$  and  $TC_2 = 60Q_2$ .

(i) Find the Cournot-Nash equilibrium price, quantities and profits of the duopolists.

(ii) Find the Stackelberg equilibrium price, quantities and profits if duopolist 2 is the Stackelberg leader.

(iii) Show the two equilibria in a best response function diagram. (7+7+5)

एक द्वयाधिकार में, व्युत्क्रम माँग फलन  $P(Q) = 180 - 2Q$  द्वारा दर्शाया गया है, जहाँ  $Q = Q_1 + Q_2$  है। उनके लागत फलन  $TC_1 = 30Q_1$  और  $TC_2 = 60Q_2$  दिए गए हैं।

(i) द्वयाधिकारवादियों की कोर्नोट - नैश संतुलन कीमत, मात्रा और लाभ ज्ञात कीजिए।

(ii) स्टैकेलबर्ग संतुलन मूल्य, मात्रा और लाभ ज्ञात कीजिए यदि द्वयाधिकारवादी 2 स्टैकेलबर्ग लीडर है।

(iii) दोनों समतुल्यताओं को श्रेष्ठ अनुक्रिया फलन आरेख द्वारा दर्शाए।

6. A monopolist serves two geographically separate markets, Market 1 and Market 2, between which the resale of the good is not possible. Their demand curves are given by  $P_1 = 120 - Q_1$  and  $P_2 = 100 - 2Q_2$ . His constant average and marginal cost is 30.

(i) What is the equilibrium  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  and profits if he can charge different prices from the two markets?

(ii) Will he continue to serve both markets if forced to charge a uniform price in both markets? Calculate his profits in this case? (10+9)

एक एकाधिकारवादी दो भौगोलिक रूप से अलग-अलग बाजारों, बाजार 1 और बाजार 2 में कार्य करता है, जिनके बीच वस्तुओं का पुनर्विक्रय संभव नहीं है। उनके माँग वक्र  $P_1 = 120 - Q_1$  और  $P_2 = 100 - 2Q_2$  द्वारा दर्शाए गए हैं। उसकी स्थिर औसत और सीमांत लागत 30 है।

(i) यदि वह दोनों बाजारों से अलग-अलग कीमत वसूल सकता है, तो संतुलन  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$  और लाभ क्या होंगे?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



- (ii) क्या वह दोनों बाजारों में एक समान कीमत वसूलने के लिए मजबूर होने पर दोनों बाजारों में कार्य करना जारी रखेगा? इस स्थिति में उसके लाभ की गणना कीजिए?

7. (a) Given the following pay-off matrix for a two-player simultaneous move game where both players have three strategies each :

| Player 1 | Player 2 |      |     |   |
|----------|----------|------|-----|---|
|          |          | L    | C   | R |
| U        | 0,2      | 8,6  | 6,5 |   |
| M        | -3,0     | 1,-1 | 3,1 |   |
| D        | 1,7      | 5,8  | 2,8 |   |

- (i) Find whether any strategy is a strictly dominated strategy for either player.

- (ii) Solve for the Nash equilibrium of this game.

- (b) Explain, in brief, the two-player stag-hunt game.

(12+7)

- (क) नीचे दिया गया पे-ऑफ मैट्रिक्स एक चाल के खेल में दो खिलाड़ियों द्वारा बारी-बारी से चलने वाली चालों से संबंधित है जिसमें दोनों खिलाड़ियों के पास तीन-तीन स्ट्रेटेजी हैं :

|           | खिलाड़ी 2 |      |      |     |
|-----------|-----------|------|------|-----|
| खिलाड़ी 1 |           | L    | C    | R   |
|           | U         | 0,2  | 8,6  | 6,5 |
|           | M         | -3,0 | 1,-1 | 3,1 |
|           | D         | 1,7  | 5,8  | 2,8 |

(i) ज्ञात कीजिए कि क्या कोई स्ट्रेटेजी किसी भी खिलाड़ी के लिए निश्चित रूप से प्रभावी स्ट्रेटेजी है।

(ii) इस खेल के नैश संतुलन के लिए हल कीजिए।

(ख) दो-खिलाड़ियों के टैग-हंट गेम को संक्षिप्त में स्पष्ट कीजिए।

8. (a) For the two-person simultaneous game given below determine the best response of each player to each of the other player's actions and plot them in a dot-circle best response diagram and thus find the Nash equilibria of this game.

|          | Player 2 |     |     |     |
|----------|----------|-----|-----|-----|
| Player 1 |          | L   | C   | R   |
|          | T        | 2,2 | 1,3 | 0,1 |
|          | M        | 3,1 | 0,0 | 0,0 |
|          | B        | 1,0 | 0,0 | 0,0 |



(b) Define a strict equilibrium.

(c) For the following two-person simultaneous game given below determine the Nash equilibrium and explain whether or not it is a strict equilibrium.

| Player 1 | Player 2 |     |     |     |
|----------|----------|-----|-----|-----|
|          |          | L   | M   | R   |
|          | T        | 1,1 | 1,0 | 0,1 |
|          | B        | 1,0 | 0,1 | 1,0 |

(8+3+8)

(क) नीचे दी गई सर्वश्रेष्ठ प्रतिक्रिया दो-व्यक्तियों को बारी-बारी से दिए गए गेम में प्रत्येक खिलाड़ी द्वारा लिए गए एक्शन को निर्धारित करती हैं और उन्हें डॉट-सर्कल श्रेष्ठ प्रतिक्रिया आरेख में प्लॉट करती हैं और इस प्रकार खेल के नैश संतुलन को ज्ञात कीजिए।

| खिलाड़ी 1 | खिलाड़ी 2 |     |     |     |
|-----------|-----------|-----|-----|-----|
|           |           | L   | C   | R   |
|           | T         | 2,2 | 1,3 | 0,1 |
|           | M         | 3,1 | 0,0 | 0,0 |
|           | B         | 1,0 | 0,0 | 0,0 |

(ख) सरल संतुलन को परिभाषित कीजिए।

(ग) निम्नलिखित दो-व्यक्ति के बारी-बारी गेम के लिए नैश संतुलन निर्धारण कीजिए और स्पष्ट कीजिए कि क्या यह एक सरल संतुलन है या नहीं।

| खिलाड़ी 1 | खिलाड़ी 2 |     |     |     |
|-----------|-----------|-----|-----|-----|
|           |           | L   | M   | R   |
|           | T         | 1,1 | 1,0 | 0,1 |
|           | B         | 1,0 | 0,1 | 1,0 |



3

[This question paper contains 12 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1452**

**H**

**Unique Paper Code : 12271402**

**Name of the Paper : Intermediate Macroeconomics-II**

**Name of the Course : B.A. (Hons.) Economics**

**Semester : IV**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. This question paper is divided into **two** sections.
3. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए ।
2. यह प्रश्न पत्र दो खंड में विभाजित है ।
3. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**



## SECTION A

## खंड क

Answer briefly any six of the following questions.

(5 marks each)

निम्नलिखित में से किन्हीं छः प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

(5 अंक प्रत्येक)

1. Contrary to the contention of the economic historians like Moses Abramowitz and Aleksander Gerschenkron that "backward" countries would tend to grow faster than the rich countries, many empirical studies including that by Baumol reveal that in a larger sample of countries, the convergence hypothesis fails to hold. What explanation would you offer for the same?

मूसा अब्रामोविट्ज और अलेक्जेंडर गेर्सचेनक्रॉन जैसे आर्थिक इतिहासकारों के इस तर्क कि "पिछड़े" देश अमीर देशों की तुलना में तेजी से विकास करेंगे के विपरीत, बाउमोल द्वारा किए गए कई अनुभवजन्य अध्ययनों से पता चलता है कि देशों के एक बड़े नमूने में, अभिसरण परिकल्पना विफल हो जाती है। आप इसके लिए क्या स्पष्टीकरण देंगे?

2. Harrod's model is one of a knife-edge balance between cumulative inflation and cumulative deflation. Discuss with necessary algebra stating clearly the assumptions of the model.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



हैरोड का ढांचा संचयी मुद्रास्फीति और संचयी अपस्फीति के बीच नाइफ-एज वाले संतुलन में से एक है। ढांचा की धारणाओं को स्पष्ट रूप से बताते हुए आवश्यक बीजगणित के साथ चर्चा करें।

3. Critically examine Friedman and Phelps versions of the 'fooling model'.

फ्रीडमैन और फेलप्स के 'फूलींग मॉडल' के संस्करणों का समालोचनात्मक परीक्षण कीजिए।

4. Explain how a central bank that follows the Taylor rule will stabilize economic activity and achieve its target inflation rate in the medium run.

बताएं कि टेलर नियम का पालन करने वाला एक केंद्रीय बैंक आर्थिक गतिविधि को कैसे स्थिर करेगा और मध्यम अवधि में अपने लक्षित मुद्रास्फीति दर को प्राप्त करेगा।

5. The asymmetries in the pace of adjustment in different markets results in exchange rate overshooting. Discuss.

विभिन्न बाजारों में समायोजन की गति में विषमता के परिणामस्वरूप विनिमय दर ओवरशूटिंग होती है। चर्चा करें।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय



6. For a Hicks neutral production function  $Y = BK^{0.4}L^{0.6}$ , calculate multifactor productivity growth rate if output Y, capital K and labour L grow at 4%, 5% and 8% respectively? What is the link between total factor productivity rate and the social infrastructure?

हिक्स न्यूट्रल उत्पादन फलन  $Y = BK^{0.4}L^{0.6}$  के लिए, उत्पादन Y, पूंजी K और श्रम L क्रमशः 4%, 5% और 8% बढ़ने पर बहुपक्षीय उत्पादकता विकास दर की गणना करें? कुल कारक उत्पादकता दर और सामाजिक बुनियादी ढांचे के बीच क्या संबंध है?

7. What is a cyclically adjusted budget deficit? How can it be used to judge the direction of fiscal policy?

चक्रीय रूप से समायोजित बजट घाटा क्या है? राजकोषीय नीति की दिशा तय करने के लिए इसका उपयोग कैसे किया जा सकता है?

8. Under conditions of perfect capital mobility, fixed prices and flexible exchange rates, assess the effectiveness of fiscal policies.

पूर्ण पूंजी गतिशीलता, निश्चित कीमतों और लचीली विनिमय दरों की शर्तों के तहत, राजकोषीय नीतियों की प्रभावशीलता का आकलन करें।



## SECTION B

खंड ख

Answer any **three** of the following questions.

(15 marks each)

निम्नलिखित में से किन्हीं तीन प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

(15 अंक प्रत्येक)

9. (a) The economy of Indus has been a witness to continual increase in its primary deficits during the period from 1995 to 2000 adding to its stock of public debt. However, its debt to GDP ratio over this period has been witness to a steady decline. What explanation would you offer for the same? (7.5)

(b) In the literature on moral hazard, some economists argue that depositor protection is not desirable. Do you agree? Do you think that depositor protection should go hand in hand with prudential regulation and supervision for a stable financial system? (7.5)



(क) सिधु की अर्थव्यवस्था 1995 से 2000 की अवधि के दौरान अपने सार्वजनिक ऋण के स्टॉक को जोड़ते हुए अपने प्राथमिक घाटे में लगातार वृद्धि की गवाह रही है। हालांकि, इस अवधि में इसका ऋण-जीडीपी अनुपात लगातार गिरावट का साक्षी रहा है। आप इसके लिए क्या स्पष्टीकरण देंगे?

(ख) नैतिक पतन पर साहित्य में, कुछ अर्थशास्त्रियों का तर्क है कि जमाकर्ताओं की सुरक्षा वांछनीय नहीं है। क्या आप सहमत हैं? क्या आप को लगता है कि एक स्थिर वित्तीय प्रणाली के लिए जमाकर्ताओं की सुरक्षा विवेकपूर्ण विनियमन और पर्यवेक्षण के साथ-साथ होनी चाहिए?

10. (a) Examine the impact of a negative technology shock on the level of output and employment, as per the real business cycle approach. Also show that this effect crucially depends on the slope of the labour supply curve. (7.5)

(b) Assume that a price setting monopolist with no fixed costs and  $MC=3$  faces an original demand curve of  $P=10-0.1Y$ . Over a period of time, the demand falls to  $P=8-0.08Y$ .



- (i) If the firm were to maintain the original level of output what should be the new marginal cost of production?
- (ii) Use the new demand and the new marginal cost curves to compare the profit of the firm when it produces the original output with that of the profit when it charges the original price.
- (iii) What is the maximum value for menu cost under which we could expect this firm to maintain its original output? (1.5+4+2)

(क) वास्तविक व्यापार चक्र दृष्टिकोण के अनुसार उत्पादन और रोजगार के स्तर पर एक नकारात्मक प्रौद्योगिकी आघात के प्रभाव की जांच करें। यह भी दर्शाइए कि यह प्रभाव महत्वपूर्ण रूप से श्रम पूर्ति वक्र के ढाल पर निर्भर करता है।

(ख) कल्पना करें कि शून्य निश्चित लागत और सीमांत लागत = 3 के साथ एक मूल्य निर्धारण एकाधिकार  $P=10-0.1Y$  के मूल मांग वक्र का सामना करता है। समय के साथ, मांग गिरकर  $P=8-0.08Y$  रह जाती है।

(i) यदि फर्म को उत्पादन के मूल स्तर को बनाए रखना था तो उत्पादन की नई सीमांत लागत क्या होनी चाहिए?

(ii) फर्म को लाभ की तुलना करने के लिए नई मांग और सीमांत लागत वक्र का उपयोग करें जब फर्म मूल उत्पाद का उत्पादन करती है, जब वह मूल शुल्क वसूलती है।

(iii) मूल्ये विवरण लागत का अधिकतम मूल्य क्या है जिसके तहत हम इस फर्म से अपने मूल उत्पादन को बनाए रखने की उम्मीद कर सकते हैं?

11. (a) Write a note on the process of perpetual growth under the AK model and discuss as to why this does not occur in the neoclassical Solow model. (5)

(b) The population of the world has increased steadily since the mid-1850s to reach 8 billion as of November 2022. Use the equation given below to explain the role of population of the world economy in determining per capita output along a



balanced growth path. How does the share of the researchers in the economy affect the level of per capita output? (5)

$$y^*(t) = \left( \frac{s_k}{n + g_A + d} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - s_R) \frac{\delta s_R}{g_A} L(t)$$

- (c) For a simple neoclassical production function  $Y = K^{0.4} L^{0.6}$ , what is the steady state level of capital per worker when the level of savings rate is 20%. The depreciation rate and growth in labour is given as 15% and 5% respectively. What is the savings rate that maximises the steady state consumption per worker? What is the capital-output ratio at this steady state? (5)

(क) AK ढांचा के तहत सतत् विकास की प्रक्रिया पर एक टिप्पणी लिखें और चर्चा करें कि नियोक्लासिकल सोलो ढांचा में ऐसा क्यों नहीं होता है।

(ख) 1850 के दशक के मध्य से नवंबर 2022 तक 8 बिलियन तक पहुंचने के लिए दुनिया की जनसंख्या लगातार तेजी से बढ़ी है। संतुलित विकास पथ के साथ प्रति व्यक्ति उत्पादन निर्धारित करने

में विश्व अर्थव्यवस्था की जनसंख्या की भूमिका की व्याख्या करने के लिए नीचे दिए गए समीकरण का उपयोग करें। अर्थव्यवस्था में शोधकर्ताओं की हिस्सेदारी प्रति व्यक्ति उत्पादन के स्तर को कैसे प्रभावित करती है?

$$y^*(t) = \left( \frac{s_k}{n + g_A + d} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} (1 - s_R) \frac{\delta s_R}{g_A} L(t)$$

- (ग) एक साधारण नियोक्तासिकल उत्पादन फलन  $Y = K^{0.4} L^{0.6}$  के लिए, बचत दर का स्तर 20% होने पर प्रति कर्मचारी पूंजी का स्थिर राज्य स्तर क्या है। मूल्यहास दर और श्रम में वृद्धि क्रमशः 15% और 5% के रूप में दी गई है। वह बचत दर क्या है जो प्रति कर्मचारी स्थिर अवस्था उपभोग को अधिकतम करती है? इस स्थिर अवस्था में पूंजी-उत्पादन अनुपात क्या है?

12. (a) Write a short note on absolute PPP and relative PPP theory of exchange rates. The GDP Deflator of United States and India are 125 and 200 in 2021 both calculated with the base year 2010=100. The exchange rate of Indian Rupee to the dollar changed from 45 Rs/\$ to 72 Rs/\$ during the period from 2010 to 2021. Are the currencies following relative purchasing power parity? (5)

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(b) The commitment to maintain a fixed exchange rate makes the money supply stock endogenous. Discuss. (5)

(c) Suppose that the annual interest rate is 8% in India and 6% in US. The spot rate of the dollar is Rs. 80/\$ and the three-month forward rate on the dollar is Rs. 80.80/\$1 on an annual basis. What is the value of the covered interest arbitrage margin? Also discuss how covered interest arbitrage parity would be established. (5)

(क) पूर्ण PPP और विनिमय दरों के सापेक्ष PPP सिद्धांत पर एक संक्षिप्त नोट लिखें। 2021 में संयुक्त राज्य अमेरिका और भारत का GDP डिप्लेटर 125 और 200 है, दोनों की गणना आधार वर्ष 2010 = 100 के साथ की गई है। डॉलर के मुकाबले भारतीय रुपये की विनिमय दर 45 रुपये/\$ से बदलकर 72 रुपये/\$ हो गई है। 2010-2021. क्या मुद्राएं सापेक्ष क्रय शक्ति समानता का पालन कर रही हैं?

(ख) एक निश्चित विनिमय दर बनाए रखने की प्रतिबद्धता मुद्रा आपूर्ति स्टॉक को अंतर्जात बनाती है। चर्चा करना।



(ग) कल्पना लीजिए कि भारत में वार्षिक ब्याज दर 8% है और अमेरिका में 6% है। डॉलर का हाजिर भाव रु. 80/\$1 और डॉलर पर तीन महीने की फॉरवर्ड दर सालाना आधार पर 80.80/\$1 है। सुरक्षा किए गए ब्याज पंचाभास मार्जिन का मूल्य क्या है? यह भी चर्चा करें कि किस प्रकार सुरक्षा की गई ब्याज पंचाभास समानता स्थापित की जाएगी।



(4)

[This question paper contains 20 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 5107**

**H**

Unique Paper Code : 2272102401

Name of the Paper : Intermediate Microeconomics II

Name of the Course : **B.A. (H) Economics**

Semester : IV

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

समय : 3 घण्टे

पूर्णांक : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any five questions.
3. All questions carry equal marks (18 marks each).
4. Use of non-programmable scientific calculator is permitted.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

P.T.O.

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं। (प्रत्येक 18 अंक)
4. गैर-प्रोग्रामयोग्य वैज्ञानिक कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. (a) Suppose a monopolist's demand for his product is  $P(q, A) = 200 - 2q + \sqrt{A}$  where  $q$  is the quantity of the product and  $A$  is total advertising expenditure. If the monopolist is producing at a constant marginal cost of ₹4, how much quantity will he sell at equilibrium and what will be the optimum level of advertising expenditure? Check for the second order conditions.

- (b) Suppose a small town has only one large pen factory and it is the only source of job in the town. The pen factory is planning to hire both high and low skilled workers from the town. Its



production function is  $Q(L_h, L_l) = 12 \ln L_h + 6 \ln L_l$ . The supply curves for the two types of workers are  $w_h(L_h) = 2L_h$  and  $w_l(L_l) = L_l$  and a pen sells at ₹12. Find the optimal number of each type of labour hired by the firm and respective wages? Calculate also the firm's profit maximizing level of output. Check for the second order conditions.

- (c) A monopolist operates in two different markets with separate demand curves:  $q_1(p_1, A_1) = p_1^{-2} A_1$ , and  $q_2(p_1, A_1) = p_2^{-2} A_2^{0.5}$ , where  $q$ ,  $p$  and  $A$  denote the quantity demanded, price and advertising expenditure in respective markets.

(i) Show that the monopolist faces the same price elasticity of demand in both the markets.

(ii) Calculate the advertising elasticity of demand in both the markets.

(iii) Calculate the advertising to sales ratio using the elasticities obtained in (i) and (ii). Show that the advertising to sales ratio is greater in the market where demand is more sensitive to advertising. (5+8+5)

2. (a) Consider an exchange economy with two agents- Gaurav and Jaya. The preferences of Gaurav and Jaya over good X and good Y are represented by the following utility functions:

$$U^G = X_G + \ln Y_G$$

$$U^J = X_J + 2\ln Y_J$$

Gaurav's initial endowments of X and Y are 6 units and 4 units respectively and Jaya is initially endowed with 4 unit of X and 2 units of Y.

- (i) Find the equation of the contract curve and depict it in the Edgeworth box diagram.
- (ii) Suppose that price of good X is normalized to 1 and price of good Y is  $P_Y$ . Compute the Walrasian equilibrium.
- (iii) Suppose local authority is not happy with the above - mentioned allocation of resources between Gaurav and Jaya. How does the government ensure socially desirable (i.e. more equitable) Pareto efficient allocation? Explain intuitively in the light of Second Theorem of Welfare Economics.



- (b) What is the difference between monopolistic competition and perfect competition in the long run? Explain with the help of a diagram.

(12+6)

3. (a) There are 2,000 residents in a housing society at Noida. The residents enjoy only two goods, festivals and food. Festivals are a public good, whereas food is a private good. The residents have identical preferences for the two goods, denoted

by  $u_i = \frac{\sqrt{x}}{10} + \frac{1}{2}y_i$ , where  $x$  is total amount (measured in Rupees) spent on festivals and  $y_i$  is the money (measured in Rupees) spent on food by individual  $i$ . Assume that the marginal cost of provision of festival is Rs. 1.

- (i) Calculate the marginal rate of substitution of food for festivals.

- (ii) What is the Pareto optimal amount of money spent on festivals?

- (b) The DDA would like to build a new public park at K block, R.K.Puram, if the authority can raise enough taxes to cover the cost, which is 100, 000 rupees. There are four families in the block. Each family's benefit from a public park is as follows:

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

$v_1 = 10,000$ ,  $v_2 = 20,000$ ,  $v_3 = 30,000$ , and  $v_4 = 40,000$ . The authority wants to use the Clarke & Groves demand-revealing tax mechanism. Let  $T_i$  be the tax contribution of family  $i$  towards the park.

- (i) If each family reports its true benefit,  $v_i$ , how much will each family have to pay,  $T_i$ ? Calculate the net benefit of the 4<sup>th</sup> family.
- (ii) Suppose 4<sup>th</sup> family misreports its benefit as 50,000, whereas the other families report their true benefits. Does the park get built? If so, how much does 4<sup>th</sup> family have to pay? Is 4<sup>th</sup> family's net benefit different from its net benefit in part (a)?
- (iii) Suppose 4<sup>th</sup> family misreports its benefit as 30,000, whereas the other families report their true benefits. Does the park get built? If so, how much does 4<sup>th</sup> family have to pay. Is 4<sup>th</sup> family's net benefit different from its net benefit in part (a)?
- (iv) Show that the Samuelson optimality condition is satisfied. (6+12)



4. Atul produces chemicals. His cost function is  $C(x) = 10x^2 + 200x$ , where  $x$  is the number of liters of chemicals produced. The market price for a liter of a chemical is As. 1000. Vijay is a baker. He is adversely affected by the noxious fumes emitted by Atul's production of chemicals. His cost function is  $C(y) = y^2 - 160y + xy$ , where  $y$  is the number of baked goods produced. The market price for a baked good is Rs. 40.

- (a) How many liters of chemicals and how many baked goods will be produced in the market equilibrium?
- (b) Suppose Atul and Vijay were to jointly maximize profits. How many liters of chemicals and how many baked goods will be produced?
- (c) Compare the competitive market outcome from (a) and the joint profit maximization outcome from (b). Which outcome is Pareto optimal? Why?
- (d) One of the solutions to the externality problem is Pigouvian taxes. In the above problem, who pays the tax? How does the Pigouvian tax solve the externality problem?

- (e) Another solution to this problem is Coasian bargaining. Suppose Atul has the legal right to emit noxious fumes. How can they arrive at the Pareto optimal outcome? Explain intuitively.

(2+3+4+4+5)

5. (a) Consider a pure exchange economy with two individuals, A and B, and two goods, X and Y. The individuals have the following utility functions:  $U_A(X_A, Y_A) = X_A Y_A$  and  $U_B(X_B, Y_B) = X_B Y_B$ . The initial endowments of both the goods are given by:  $\omega_A = (3, 4)$  and  $\omega_B = (2, 1)$ .

(i) Show that the initial allocation is not Pareto Efficient.

(ii) Calculate the competitive equilibrium allocation and price.

(iii) Suppose a planner takes away 1 unit of each of the goods X and Y from A and gives them to B. Find the competitive equilibrium allocation and price.

(iv) Is the competitive allocation in (3) Pareto Superior to the one in (2)? Explain.



- (b) Explain the Lindahl solution to the public good problem. What are the shortcomings of Lindahl solution? (12+6)

6. Consider a monopoly firm whose demand function and cost function are  $P(q) = 30 - q$  and  $TC(q) = q^2 - 2q + 12$  respectively.

- (i) If the monopolist charges uniform price for her product what will be the equilibrium level of price, output and profit?
- (ii) The monopolist wishes to reward her regular customers by offering a quantity discount. What are the prices and quantities produced for first and second block?
- (iii) Will the quantity discount be a profitable strategy for the monopolist in the aforementioned problem? (6+6+6)

7. (a) Consider a monopoly seller who sells premium quality computer chips. The inverse demand function for the computer chips is given by  $p(q) = 120 - q$ , where  $q$  is the number of chips sold and  $p$  is the price per chip. The firm is able to distinguish between all the buyers and exercises

first degree price discrimination. Assume that the monopoly has a marginal cost function given by  $MC(q) = 3q$ .

- (i) Find the optimum number of chips sold by the seller.
- (ii) Find the consumer and producer surplus.
- (iii) Show that there is no deadweight loss.

(b) Let there be a community of 2 individuals, Anubha (A) and Bikas (B), each with a utility function  $u_i(x, y_i) = y_i - 12(a_i - x)^2$ , where  $y$  is the numeraire private good and  $x$  is a public good, say rose shrubs, in the locality;  $a_A = 13$  and,  $a_B = 5$ . Let the cost of provision of public good be Rs. 240 per unit.

- (i) Which individual has a greater marginal benefit from the provision of public good?
- (ii) Find the Pareto optimal number of rose shrubs in the community.
- (iii) Calculate the total expenditure on the number of rose shrubs found in (ii). Also calculate the contribution of each individual if their per unit contribution equals their marginal benefits. (9+9)



1 (क) मान लीजिए कि किसी एकाधिकारवादी के उत्पाद की मांग

$P(q, A) = 200 - 2q + \sqrt{A}$  है, जिसमें  $q$  उस उत्पाद की मात्रा को दर्शाता है और  $A$  विज्ञापन पर किया गया कुल व्यय है। यदि वह एकाधिकारवादी 4 रुपये की स्थिर सीमांत लागत पर उत्पादन कर रहा है, तो उसे संतुलन पर कितनी मात्रा में बिक्री करनी होगी और विज्ञापन पर किए जाने वाले व्यय का इष्टतम स्तर क्या होगा? सेकंड ऑर्डर कंडीशन की जाँच कीजिए।

(ख) मान लीजिए कि किसी छोटे शहर में पेन की केवल एक

बड़ी फैक्ट्री है और यह शहर में नौकरी का एकमात्र स्रोत है। पेन फैक्ट्री उस शहर से उच्च कौशल प्राप्त और कम कुशल, दोनों तरह के श्रमिकों को काम पर रखने की योजना बना रही है। इसका उत्पादन फलन (function)

$Q(L_h, L_l) = 12 \ln L_h + 6 \ln L_l$  है। इन दोनों प्रकार के श्रमिकों के लिए आपूर्ति वक्र  $w_h(L_h) = 2L_h$  और

$w_l(L_l) = L_l$  है। और एक पेन की बिक्री 12 रुपये पर होती है। फर्म द्वारा काम पर रखे गए प्रत्येक प्रकार के श्रमिकों की

इष्टतम संख्या कितनी है और उनकी मजदूरी कितनी है? फर्म के उत्पादन के अधिकतम स्तर पर लाभ की भी गणना कीजिए।

सेकंड ऑर्डर कंडीशन की जाँच कीजिए।

(ग) कोई एकाधिकारवादी दो अलग-अलग बाजारों में अलग-अलग मांग वक्रों,  $q_1(p_1, A_1) = p_1^{-2} A_1$ , और  $q_2(p_1, A_1) = p_2^{-2} A_2^{0.5}$ , के साथ काम करता है, जिसमें  $q$ ,  $p$  और  $A$  संबंधित बाजारों में मांग की मात्रा, कीमत और विज्ञापन व्यय को दर्शाते हैं।

(i) दर्शाइए कि उस एकाधिकारवादी को दोनों ही बाजारों में मांग की समान कीमत लोच का सामना करना पड़ता है।

(ii) दोनों ही बाजारों में मांग की विज्ञापन लोच की गणना कीजिए।

(iii) उपरोक्त (i) और (ii) में प्राप्त लोच का उपयोग करते हुए विज्ञापन-बिक्री अनुपात की गणना कीजिए। यह दर्शाइए कि विज्ञापन-बिक्री का अनुपात उस बाजार में अधिक है, जिसमें मांग विज्ञापन के प्रति अधिक सवेदनशील है।

(5+8+5)

2. (क) दो एजेंट-गौरव और जया के साथ एक विनिमय अर्थव्यवस्था पर विचार कीजिए। वस्तु  $X$  और वस्तु  $Y$  पर गौरव और जया की प्राथमिकताओं को निम्नलिखित उपयोगिता फलनों द्वारा दर्शाया गया है :

$$U^G = X_G + \ln Y_G$$

$$U^J = X_J + 2\ln Y_J$$



गौरव का X और Y का आरंभिक एंडाउमेंट क्रमशः 6 इकाइयाँ और 4 इकाइयाँ हैं और जया को शुरुआत में X की 4 इकाइयाँ और Y की 2 इकाइयाँ एंडाउ की जाती है।

(i) अनुबंध चक्र के समीकरण का पता लगाइए और इसे एजवर्थ बॉक्स डायग्राम में चित्रित कीजिए।

(ii) मान लीजिए कि वस्तु X की कीमत 1 पर सामान्यीकृत है और वस्तु Y की कीमत  $P_Y$  है। वालरसियन संतुलन की गणना कीजिए।

(iii) मान लीजिए कि स्थानीय प्राधिकारी गौरव और जया के बीच संसाधनों के उपर्युक्त आवंटन से खुश नहीं है। सरकार सामाजिक रूप से वांछनीय (यानी अधिक न्यायसंगत) पैरेटो कुशल आवंटन कैसे सुनिश्चित करती है? कल्याण अर्थशास्त्र के दूसरे सिद्धांत के प्रकाश में सहज रूप से समझाइए।

(ख) दीर्घकाल में एकाधिकार प्रतिस्पर्धा और उत्तम प्रतिस्पर्धा में क्या अंतर है? डायग्राम की सहायता से समझाइए। (12 + 6)

3. (क) नोएडा की एक हाउसिंग सोसायटी में 2,000 निवासी हैं। यहां के निवासी केवल दो वस्तुओं का आनंद लेते हैं, त्योहार और भोजन। त्योहार एक सार्वजनिक वस्तु है, जबकि भोजन एक

निजी वस्तु है। निवासियों की दो वस्तुओं के लिए समान

प्राथमिकताएँ हैं, जिन्हें  $u_i = \frac{\sqrt{x}}{10} + \frac{1}{2}y_i$ , से दर्शाया गया है।

$x$  त्योहारों पर खर्च की गई कुल राशि (रुपये में) है  $y_i$  व्यक्तियों  $i$ , द्वारा भोजन पर खर्च किया गया धन (रुपये में) है। मान लीजिए कि त्योहार के प्रावधान की सीमांत लागत 1 है।

(i) त्योहारों के लिए भोजन के प्रतिस्थापन की सीमांत दर (मार्जिनल रेट) की गणना कीजिए।

(ii) त्योहारों पर खर्च की जाने वाली पेरेटो इष्टतम राशि क्या है?

(ख) डीडीए, आरके.पुरम के 'K' ब्लॉक में एक नया सार्वजनिक पार्क बनाना चाहेगा, यदि प्राधिकरण इस पर आने वाली लागत, जो कि 100,000 रुपये है, को पूरा करने के लिए कर की पर्याप्त वसूली करे। इस ब्लॉक में चार परिवार रहते हैं। सार्वजनिक पार्क से प्रत्येक परिवार को लाभ इस प्रकार है  $v_1 = 10,000$ ,  $v_2 = 20,000$ ,  $v_3 = 30,000$ , और  $v_4 = 40,000$  प्राधिकरण क्लार्क एंड ग्रूव्स डिमांड रिविलिंग टैक्स मैकेनिज्म का उपयोग करना चाहता है।  $T_i$  परिवार  $i$  द्वारा पार्क को दिया जाने वाला कर योगदान है।



(i) यदि प्रत्येक परिवार अपना वास्तविक लाभ,  $v_i$ , बताए तो प्रत्येक परिवार को कितना  $T_i$  का भुगतान करना होगा। चौथे परिवार के शुद्ध लाभ की गणना कीजिए।

(ii) मान लीजिए कि चौथा परिवार अपने लाभ को 50,000 के रूप में गलत बताता है, जबकि अन्य परिवार अपना वास्तविक लाभ बताते हैं। तो क्या पार्क बन सकता है? यदि हां, तो चौथे परिवार को कितना भुगतान करना होगा? क्या चौथे परिवार का शुद्ध लाभ भाग (ए) में इसके शुद्ध लाभ से भिन्न है?

(iii) मान लीजिए कि चौथा परिवार अपने लाभ को 30,000 के रूप में गलत बताता है, जबकि अन्य परिवार अपना वास्तविक लाभ बताते हैं। तो क्या पार्क बन सकता है? यदि हां, तो चौथे परिवार को कितना भुगतान करना होगा? क्या चौथे परिवार का शुद्ध लाभ भाग (ए) में इसके शुद्ध लाभ से भिन्न है?

(iv) दर्शाइए कि सैमुएलसन इष्टतमता की शर्तें पूरी होती है।

(6+12)

4. अतुल रसायन का उत्पादन करता है। उसका लागत फलन  $C(x) = 10x^2 + 200x$ , है, जिसमें  $x$  उत्पादित किए गए रसायन की लीटर में संख्या है। एक लीटर रसायन का बाजार मूल्य 1000 रुपये है। विजय एक बेकर है। अतुल द्वारा रसायन के उत्पादन के दौरान फैक्ट्री से निकलने वाले जहरीले धुएं का उस पर प्रतिकूल असर पड़ता है। उसका लागत फलन  $C(y) = y^2 - 160y + xy$ , है। जिसमें  $y$  उत्पादित बेक किए गए माल की संख्या है। बेक किए गए माल का बाजार मूल्य 40 रुपये है।

(क) बाजार संतुलन में कितने लीटर रसायन और कितने बेक किए गए माल का उत्पादन होगा?

(ख) मान लीजिए अतुल और विजय को संयुक्त रूप से अपने लाभ को अधिकतम करना है। कितने लीटर रसायन और कितने बेक किए गए माल का उत्पादन किया जाएगा?

(ग) उपरोक्त (ए) से प्रतिस्पर्धी बाजार परिणामों और उपरोक्त (ब) से संयुक्त लाभ अधिकतमकरण परिणामों की तुलना कीजिए। कौनसा परिणाम पेरेटो इष्टतम है? और क्यों?

(घ) बाहरी समस्या का एक समाधान पिगौवियन कर है। उपरोक्त समस्या में, टैक्स का भुगतान कौन करता है? पिगौवियन कर बाहरी समस्या का समाधान कैसे करता है?



(ड) इस समस्या का एक अन्य समाधान कोएशियन सौदेबाजी है। मान लीजिए अतुल के पास हानिकारक धुआँ उत्सर्जित करने का कानूनी अधिकार है, तो वे किस प्रकार पेरेटो इष्टतम परिणाम पर पहुँच सकते हैं? सहजता से समझाइए।

(2 + 3 + 4 + 4 + 5)

5. (क) दो व्यक्तियों, A और B, और दो वस्तुओं, X और Y के साथ एक शुद्ध विनिमय अर्थव्यवस्था पर विचार कीजिए। व्यक्तियों के पास निम्नलिखित उपयोगिता फलन हैं:  $U_A(X_A, Y_A) = X_A Y_A$  and  $U_B(X_B, Y_B) = X_B Y_B$  दोनों वस्तुओं की आरंभिक बंदोबस्ती इस प्रकार दी गई है:  $\omega_A = (3, 4)$  और  $\omega_B = (2, 1)$

(i) दर्शाइए कि प्रारंभिक आवंटन पेरेटो कुशल नहीं है।

(ii) प्रतिस्पर्धी संतुलन आवंटन और मूल्य की गणना कीजिए।

(iii) मान लीजिए कोई योजनाकार A से प्रत्येक वस्तु X और Y की 1 इकाई लेता है और उन्हें B को दे देता है। प्रतिस्पर्धी मूल्य संतुलन आवंटन और मूल्य ज्ञात कीजिए।

(iv) क्या उपरोक्त (3) प्रतिस्पर्धी आवंटन, उपरोक्त (2) से पेरेटो सुपीरियर है? स्पष्ट कीजिए।

(ख) सार्वजनिक वस्तु संबंधी समस्या के लिए लिंडाहल समाधान को स्पष्ट कीजिए। लिंडाहल समाधान की कमियाँ बताइए?

(12 + 6)

6. किसी एकाधिकार फर्म पर विचार कीजिए, जिसका मांग फलन और लागत फलन क्रमशः  $P(q) = 30 - q$  और  $TC(q) = q^2 - 2q + 12$  है।

(i) यदि यह एकाधिकारवादी फर्म अपने उत्पाद के लिए एकसमान कीमत वसूले तो कीमत, उत्पादन और लाभ का संतुलन स्तर क्या होगा?

(ii) यह एकाधिकारवादी फर्म अपने नियमित ग्राहकों को मात्रा में छूट देकर फायदा देना चाहती है। तो पहले और दूसरे ब्लॉक के लिए कीमतें और उत्पादित किए गए माल की मात्रा कितनी है?

(iii) क्या उपर्युक्त समस्या में एकाधिकारवादी फर्म के लिए मात्रा में छूट देना लाभदायक रणनीति होगी? (6 + 6 + 6)

7. (क) किसी एकाधिकार वाले विक्रेता पर विचार कीजिए, जो प्रीमियम गुणवत्ता वाले कंप्यूटर चिप की बिक्री करता है। कंप्यूटर चिप के लिए व्युत्क्रम मांग फलन (फंक्शन)  $p(q) = 120 - q$  के माध्यम से दिया गया है, जिसमें  $q$  बिक्री की गई चिप की



संख्या को दर्शाता है और  $p$  प्रति चिप की कीमत को दर्शाता है। फर्म सभी खरीदारों के बीच अंतर करने में सक्षम है और फर्स्ट डिग्री प्राइस डिस्क्रिमिनेशन को लागू करती है। मान लीजिए कि इस मोनोपोली का सीमांत लागत फलन  $MC(q) = 3q$  द्वारा दिया गया है।

(i) विक्रेता द्वारा बिक्री की गई अधिकतम चिप की संख्या ज्ञात कीजिए।

(ii) उपभोक्ता और उत्पादक अधिशेष ज्ञात कीजिए।

(iii) दर्शाइए कि कोई मृतभार घाटा (डेडवेट लॉस) नहीं हुआ है।

(ख) मान लीजिए कि दो व्यक्तियों, अनुभा (ए) और बिकास (बी) का एक समुदाय है, जिनमें से प्रत्येक का उपयोगिता फलन (utility function) है,  $u_i(x, y_i) = y_i - 12(a_i - x)^2$  जिसमें  $y$  मूल्यमान (numeraire) निजी वस्तु है और  $x$  एक सार्वजनिक वस्तु है। मान लीजिए कि स्थानीय क्षेत्र में गुलाब की झाड़ियाँ  $a_A = 13$  और  $a_B = 5$  है। माना सार्वजनिक वस्तु के प्रोविजन की लागत 240 रुपये प्रति इकाई है।

(i) सार्वजनिक वस्तु के प्रोविजन से किस व्यक्ति को अधिक सीमांत लाभ है?

(ii) समुदाय में गुलाब की झाड़ियों की पेरटो इष्टतम संख्या ज्ञात कीजिए।

(iii) उपरोक्त (ii) में पाई गई गुलाब की झाड़ियों की संख्या पर किए गए कुल व्यय की गणना कीजिए। साथ ही, प्रत्येक व्यक्ति के योगदान की गणना कीजिए, यदि उनका प्रति इकाई योगदान उनके सीमांत लाभ के बराबर है।

(9+9)



(5)

[This question paper contains 24 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 5167 H

Unique Paper Code : 2272102402

Name of the Paper : Intermediate Macroeconomics  
II: Policy Issues

Name of the Course : BA (Hons.) Economics

Semester : IV

Duration : 3 Hours Maximum Marks : 90

### Instructions for Candidates

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. The question paper is divided into **three** sections.
3. Use of simple calculator is allowed.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.



2. ये प्रश्नपत्र तीन खंडों में विभाजित है ।
3. साधारण कैलकुलेटर उपयोग की अनुमति है ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

### SECTION A

#### खण्ड क

Question 1 is compulsory.

(15×2=30)

प्रश्न 1 अनिवार्य है ।

1. (i) The bilateral spot exchange rates between the Bahraini Dinar (BHD) the Canadian dollar (Can\$) and the Russian Ruble(₹) are quoted as follows:

$$\text{Can\$}/₹ = 1.5$$

$$\text{BHD}/\text{Can\$} = 5$$

$$\text{BHD}/₹ = 7$$

If an arbitrageur starts with 50 Rubles, then how much will he gain in a single round of arbitrage?

(a) 8.33

(b) 6.66



(c) 3.57

(d) 5.43

बहरीनी दीनार (बीएचडी) कनाडाई डॉलर (कैन\$) और रूसी  
रुबल (₹) के बीच द्विपक्षीय स्पॉट विनिमय दरें निम्नलिखित रूप  
से उद्धृत की गई हैं :

$$\text{Can\$}/₹ = 1.5$$

$$\text{BHD}/\text{Can\$} = 5$$

$$\text{BHD}/₹ = 7$$

यदि कोई अंतर-पणक 50 रुबल से आरंभ करता है, तो उसे  
अंतर-पणन के एक दौर में कितना लाभ होगा?

(क) 8.33

(ख) 6.66

(ग) 3.57

(घ) 5.43

(ii) What is the purpose of a crawling peg exchange  
rate policy?

- (a) To maintain a fixed exchange rate with minimal adjustments.
- (b) To depreciate the exchange rate at a rate equal to the inflation differential.
- (c) To allow the exchange rate to fluctuate freely based on market forces.
- (d) To stabilize the exchange rate through government intervention.

क्रॉलिंग पेग विनिमय दर नीति का उद्देश्य क्या है?

- (क) न्यूनतम समायोजन के साथ एक निश्चित विनिमय दर बनाए रखना
- (ख) मुद्रास्फीति के अंतर के समतुल्य दर पर विनिमय दर का अवमूल्यन करना
- (ग) बाजार की शक्तियों के आधार पर विनिमय दर में स्वतंत्र रूप से उतार-चढ़ाव की अनुमति देना
- (घ) सरकारी हस्तक्षेप के माध्यम से विनिमय दर को स्थिर करना

- (iii) A depreciation causes the trade balance to look like a J because :

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



- (a) The short term and long term volume effects of trade adjustments run in the same direction.
- (b) The short term volume effects of trade adjustments are quite substantial and thus outweigh the price effect.
- (c) The short term volume effects of trade adjustments are quite small and thus do not outweigh the price effect.
- (d) The long term price effects of trade adjustments offsets the volume effects.

मूल्यहास के कारण व्यापार संतुलन J सदृश दिखता है क्योंकि :

- (क) व्यापार समायोजन के अल्पकालिक और दीर्घकालिक मात्रा प्रभाव एक ही दिशा में गमन करते हैं।
- (ख) व्यापार समायोजन के अल्पकालिक मात्रा प्रभाव काफी महत्वपूर्ण होते हैं और इस प्रकार मूल्य प्रभाव से अधिक होते हैं।
- (ग) व्यापार समायोजन के अल्पकालिक मात्रा प्रभाव काफी छोटे होते हैं और इस प्रकार कीमत प्रभाव से अधिक नहीं होते हैं।

(घ) व्यापार समायोजन के दीर्घकालिक मूल्य प्रभाव, मात्रा प्रभाव को समाप्त कर देते हैं।

(iv) Assume that the current spot exchange rate between the US dollar (USD) and the Euro (EUR) is  $\$1 = \text{€}0.90$ . Now, consider a three-month forward exchange rate to be  $\$1 = \text{€}0.88$ .

The € is available at a \_\_\_\_\_ against the US dollar :

(a) Forward premium of 8.88%

(b) Forward discount of 8.88%

(c) Forward discount of 6.88%

(d) Forward premium of 6.88%

मान लीजिए कि अमेरिकी डॉलर (यूएसडी) और यूरो (EUR) के बीच वर्तमान स्पॉट विनिमय दर  $\$1 = \text{€}0.90$  है। अब, तीन महीने की अग्रिम विनिमय दर को  $\$1 = \text{€}0.88$  मानिए।

अमेरिकी डॉलर के मुकाबले € \_\_\_\_\_ पर उपलब्ध है :

(क) 8.88% का अग्रिम प्रीमियम

(ख) 8.88% की अग्रिम छूट



(ग) 6.88% की अग्रिम छूट

(घ) 6.88% का अग्रिम प्रीमियम

(v) An investor in Tokyo is considering covered interest arbitrage between Tokyo and New York. The investor observes the following :

Interest rate on three-month Treasury bills in Tokyo: 2% per annum

Interest rate on three-month Treasury bills in New York: 3% per annum

Spot exchange rate: ¥110/\$

Three-month forward exchange rate: ¥111/\$

What is the covered interest arbitrage margin (CIAM) in percentage per annum?

(a) -1.0%

(b) -0.5%

(c) -0.8%

(d) -1.9%

टोक्यो में एक निवेशक टोक्यो और न्यूयॉर्क के बीच कवर्ड ब्याज अंतर-पणन पर विचार कर रहा है। निवेशक निम्नलिखित बातों पर ध्यान देता है :

टोक्यो में तीन महीने के ट्रेजरी बिल पर ब्याज दर: 2% प्रति वर्ष

न्यूयॉर्क में तीन महीने के ट्रेजरी बिल पर ब्याज दर: 3% प्रति वर्ष

स्पॉट विनिमय दर: ¥110/\$

तीन महीने की अग्रिम विनिमय दर: ¥111/\$

प्रति वर्ष प्रतिशत में कवर्ड ब्याज आर्बिट्रिज मार्जिन (सीआईएएस) क्या है?

(क) -1.0%

(ख) -0.5%

(ग) -0.8%

(घ) -1.9%

(vi) Which of the following is NOT a limitation of the absolute purchasing-power parity theory?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



- (a) It ignores the capital account
- (b) It does not consider non-traded goods and services
- (c) It fails to account for transportation costs
- (d) It accurately predicts exchange rates in all situations

निम्नलिखित में से कौन पूर्ण क्रय-शक्ति समता सिद्धांत की सीमा नहीं है?

- (क) यह पूंजी खाते की उपेक्षा करता है
- (ख) यह गैर-व्यापारिक वस्तुओं और सेवाओं पर विचार नहीं करता है
- (ग) यह परिवहन लागत का हिसाब देने में विफल रहता है
- (घ) यह सभी स्थितियों में विनिमय दरों की सटीक भविष्यवाणी करता है

- (vii) What is the primary effect of open market sales of government securities by the home nation's monetary authorities in the portfolio balance approach?

- (a) Decreased interest rates in the foreign country
- (b) Appreciation of the domestic currency
- (c) Increased demand for foreign bonds
- (d) Reduced risk premiums on domestic assets

पोर्टफोलियो संतुलन दृष्टिकोण में घरेलू देश के मौद्रिक प्राधिकारियों द्वारा सरकारी प्रतिभूतियों की मुक्त बाजार में बिक्री का प्राथमिक प्रभाव क्या है?

(क) विदेश में ब्याज दरों में कमी

(ख) घरेलू मुद्रा में मूल्यवृद्धि

(ग) विदेशी बांडों की बढ़ती मांग

(घ) घरेलू परिसंपत्तियों पर जोखिम प्रीमियम में कमी

(viii) How does the debt-to-GDP ratio change over time if the primary deficit is zero?

- (a) It decreases at a rate equal to the real interest rate



(b) It increases at a rate equal to the growth rate of output minus the real interest rate

(c) It remains unchanged

(d) It increases at a rate equal to the real interest rate minus the growth rate of output

यदि प्राथमिक घाटा शून्य है तो ऋण-से-जीडीपी अनुपात समय के साथ कैसे परिवर्तित होता है?

(क) यह वास्तविक ब्याज दर के समान दर पर घटता है

(ख) यह उत्पादन की वृद्धि दर से वास्तविक ब्याज दर के घटाव के समान दर से बढ़ता है

(ग) यह अपरिवर्तित रहता है

(घ) यह वास्तविक ब्याज दर से उत्पादन की वृद्धि दर के घटाव के समान दर से बढ़ता है

(ix) Unless satisfied domestically, an excess demand of money would result in an \_\_\_\_\_ of reserves, or a balance of payments \_\_\_\_\_ under the fixed exchange rates and a \_\_\_\_\_ under flexible exchange rates.

- (a) inflow, surplus, appreciation
- (b) outflow, deficit, appreciation
- (c) outflow, surplus, depreciation
- (d) outflow, deficit, depreciation

जब तक घरेलू स्तर पर संतुष्ट न हो, पैसे की अतिरिक्त मांग के परिणामस्वरूप \_\_\_\_\_ भण्डार का या स्थिर विनिमय दरों के तहत \_\_\_\_\_ भुगतान संतुलन और लचीली विनिमय दरों के तहत \_\_\_\_\_ होगा।

(क) आमद, अधिशेष, मूल्यवृद्धि

(ख) बहिर्वाह, घाटा, मूल्यवृद्धि

(ग) बहिर्वाह, अधिशेष, मूल्यहास

(घ) बहिर्वाह, घाटा, मूल्यहास

- (x) In year 1, the debt of Y has been incurred by Tanmania. It intends to repay the outstanding debt fully in year 2. Given the interest rate of  $w$ , what should the primary surplus in year 2 be?



(a)  $(1+w)$

(b)  $(1-w)Y$

(c)  $(1-w)$

(d)  $(1+w)Y$

वर्ष 1 में, तन्मानिया पर  $Y$  का कर्ज हो गया है। इसका इरादा वर्ष 2 में बकाया ऋण को पूरी तरह से चुकाने का है।  $w$  की ब्याज दर के दृष्टिगत, वर्ष 2 में प्राथमिक अधिशेष कितना होना चाहिए?

(क)  $(1+w)$

(ख)  $(1-w)Y$

(ग)  $(1-w)$

(घ)  $(1+w)Y$

(xi) When the value of the mortgage exceeds the value of the house, the mortgage is said to be \_\_\_\_\_.

(a) Ninja

(b) Underwater

(c) Crashed

(d) Teaser

जब बंधक का मूल्य घर के मूल्य से अधिक हो जाता है, तो बंधक को \_\_\_\_\_ कहा जाता है

(क) निंजा

(ख) अंडरवाटर

(ग) क्रेडिट

(घ) टीजर

(xii) At present 80 rupees exchange to a dollar. These currencies are assumed to be following the relative PPP theory. What would the new exchange rate be in case the country with dollar as currency witnesses 10% inflation in this period as against the one with a rupee and inflation of 20%.

(a) 160

(b) 87.28

(c) 40

(d) 73.33



वर्तमान में, एक डॉलर के बदले 80 रुपये मिलते हैं। इन मुद्राओं को सापेक्ष पीपीपी सिद्धांत का पालन करने वाला माना जाता है। यदि डॉलर की मुद्रा वाले देश में इस अवधि में 10% मुद्रास्फीति होती है, जबकि रुपये की मुद्रा वाले देश में मुद्रास्फीति 20% होती है, तो नई विनिमय दर क्या होगी।

(क) 160

(ख) 87.28

(ग) 40

(घ) 73.33

- (xiii) Assume that  $W$  is the money wages,  $\delta$  is the productivity per worker and  $\alpha$  is the margin charged, what would the change in price level be assuming the margin  $\alpha$  to remain the same

(a)  $\Delta P/P = \Delta W/W - \Delta \alpha/\alpha$

(b)  $\Delta P/P = \Delta W/W - \Delta \delta/\delta$

(c)  $\Delta P/P = \Delta \delta/\delta - \Delta W/W$

(d)  $\Delta P/P = \Delta \delta/\delta - \Delta W/W$

मान लें कि  $W$  धन मजदूरी है,  $\delta$  प्रति कर्मचारी उत्पादकता है और  $\alpha$  लगाया गया मार्जिन है, मान लें कि मार्जिन  $\alpha$  समान रहेगा तो मूल्य स्तर में क्या परिवर्तन होगा

(क)  $\Delta P/P = \Delta W/W - \Delta \alpha/\alpha$

(ख)  $\Delta P/P = \Delta W/W - \Delta \delta/\delta$

(ग)  $\Delta P/P = \Delta \delta/\delta - \Delta W/W$

(घ)  $\Delta P/P = \Delta \delta/\delta - \Delta W/W$

(xiv) Bank A has liabilities of 900 and assets of 1000 and Bank B has liabilities of 800 and liabilities of 1000. The capital ratio of A and B are \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ respectively; and their leverage ratios are \_\_\_\_\_ and \_\_\_\_\_ respectively.

(a) 10% and 20%; 10 and 5

(b) 11.11%, 25%; 9 and 8

(c) 10% and 20%; 9 and 8

(d) 11.11%, 25%; 10 and 5



बैंक A पर 900 की देनदारियां और 1000 की परिसंपत्ति है और बैंक B पर 800 की देनदारियां और 1000 की देनदारियां हैं। A और B का पूंजी अनुपात क्रमशः \_\_\_\_\_ और \_\_\_\_\_ है; और उनके उत्तोलन अनुपात क्रमशः \_\_\_\_\_ और \_\_\_\_\_ हैं।

(क) 10% और 20%; 10 और 5

(ख) 11.11%, 25%; 9 और 8

(ग) 10% और 20%; 9 और 8

(घ) 11.11%, 25%; 10 और 5

(xv) Match the following :

- |                                 |                                             |
|---------------------------------|---------------------------------------------|
| I. Robert Lucas                 | A. Deficits and debts                       |
| II. John B Taylor               | B. Surprise Supply function                 |
| III. Barro- Ricardo proposition | C. Monetary Approach to Balance of Payments |
| IV. Mundell and Johnson         | D. Monetary rule                            |

(a) I-C, II-D, III-A, IV-B

(b) I-B, II-A, III-D, IV-C

(c) I-B, II-D, III-A, IV-C

(d) I-C, II-A, III-D, IV-B

निम्नलिखित का मिलान कीजिए :

I. रॉबर्ट लुकास

A. घाटा और ऋण

II. जॉन बी टेलर

B. सरप्राइज सप्लाय फंक्शन

III. बैरो- रिकार्डो प्रभाव

C. भुगतान संतुलन हेतु मौद्रिक  
दृष्टिकोण

IV. मुडेल और जॉनसन

D. मौद्रिक नियम

(क) I-C, II-D, III-A, IV-B

(ख) I-B, II-A, III-D, IV-C

(ग) I-B, II-D, III-A, IV-C

(घ) I-C, II-A, III-D, IV-B



## SECTION B

## खण्ड B

Attempt any 6 out of the following 8 questions. Each question carries 5 marks. (6×5=30)

निम्नलिखित 8 प्रश्नों में से किन्हीं 6 प्रश्नों को हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 5 अंकों का है।

- 2.. How does a devaluation of a country's currency affect its trade balance and aggregate demand? Use the AD-AS framework to explain your answer. (5)

किसी देश की मुद्रा का अवमूल्यन, उसके व्यापार संतुलन और कुल मांग को कैसे प्रभावित करता है? अपने उत्तर की व्याख्या करने के लिए AD-AS फ्रेमवर्क का उपयोग कीजिए।

3. Briefly explain the difference between absolute and relative purchasing power parity theories. In the light of above, explain the Balassa and Samuelson effect. (3+2)

निरपेक्ष और सापेक्ष क्रय शक्ति समता सिद्धांतों के बीच अंतर को संक्षेप में समझाइए। उपरोक्त के आलोक में, बालासा और सैमुएलसन प्रभाव की व्याख्या कीजिए।

4. Write short notes on :

(i) Taylor's rule in monetary policy.

(ii) Monetary Rule in the three equation IS PC MR framework (2+3)

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(i) मौद्रिक नीति में टेलर का नियम।

(ii) तीन समीकरणों आईएस पीसी एमआर ढांचा में मौद्रिक नियम

5. Describe the concept of cyclically adjusted deficit and its significance in fiscal policy evaluation. Briefly mention the steps in the construction of the cyclically adjusted deficit. (3+2)

चक्रीय रूप से समायोजित घाटे की अवधारणा और राजकोषीय नीति मूल्यांकन में इसके महत्व का वर्णन कीजिए। चक्रीय रूप से समायोजित घाटे के निर्माण के चरणों का संक्षेप में उल्लेख कीजिए।

6. Explain how the Ricardian equivalence proposition suggests about how the consumers respond to changes in government deficits. Explain the impact of high government debt on capital accumulation in the long run. (3+2)



स्पष्ट कीजिए कि सरकारी घाटे में परिवर्तन पर उपभोक्ता की प्रतिक्रिया के प्रकार के बारे में रिकार्डियन तुल्यता प्रभाव क्या दर्शाता है। दीर्घवधि में पूंजी संचय पर उच्च सरकारी ऋण के प्रभाव की व्याख्या कीजिए।

7. Consider the change in the debt-GDP ratio equation. Under what conditions do you think the country would resort debt rescheduling/haircut/debt repudiation? Explain the rationale behind why the countries would opt for such mechanisms even when they are aware about their consequences. (3+2)

ऋण-जीडीपी अनुपात समीकरण में बदलाव पर विचार कीजिए। आपके अनुसार किन परिस्थितियों में देश ऋण पुनर्निर्धारण/कटौती/ऋण वापसी का सहारा लेगा? इसके पीछे का तर्क स्पष्ट कीजिए कि देश ऐसे तंत्रों को क्यों चुनेंगे जबकि उन्हें इसके परिणामों के बारे में पता हो।

8. "The commitment to maintain a fixed exchange rate makes the money stock endogenous". Explain this statement in light of the Mundell Fleming model.

(5)

“एक निश्चित विनिमय दर बनाए रखने की प्रतिबद्धता मुद्रा भंडार को अंतर्जात बनाती है”। मुंडेल फ्लेमिंग मॉडल के आलोक में इस कथन की व्याख्या कीजिए।

9. What are the limitations of conventional monetary policy during a liquidity trap situation, and why? Derive the LM curve in the presence of a liquidity trap.

(2+3)

तरलता संजाल स्थिति के दौरान पारंपरिक मौद्रिक नीति की सीमाएँ क्या हैं और क्यों? तरलता संजाल की उपस्थिति में एलएम वक्र प्राप्त कीजिए।

### SECTION C

#### खण्ड ग

Attempt any 3 out of the following 4 questions. Each question carries 10 marks. (3×10=30)

निम्नलिखित 4 प्रश्नों में से किन्हीं 3 प्रश्नों को हल कीजिए। प्रत्येक प्रश्न 10 अंकों का है।

10. Write short notes on the following : (10)

(a) Beggar-thy neighbour policy

(b) Hysteresis effect of overvaluation

(c) Reasons for the financial crisis

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(क) बेगर थाई नेबर नीति

(ख) अधिमूल्यन का हिस्टैरिसिस प्रभाव

(ग) वित्तीय संकट के कारण

11. (a) Examine the role of portfolio adjustments in exchange rate determination according to the portfolio balance approach.

(b) Discuss the implications of an increase in the expected appreciation of the foreign currency and an increase in the risk premium on foreign bonds in the extended portfolio balance model. (6+4)

(क) पोर्टफोलियो संतुलन दृष्टिकोण के अनुसार, विनिमय दर निर्धारण में पोर्टफोलियो समायोजन की भूमिका की जांच कीजिए।

(ख) विस्तारित पोर्टफोलियो बैलेंस मॉडल में विदेशी मुद्रा की अपेक्षित मूल्यवृद्धि और विदेशी बांड पर जोखिम प्रीमियम में वृद्धि के निहितार्थ पर चर्चा कीजिए।

12. According to the model introduced by Dornbusch, describe the time path to a new equilibrium exchange rate when the country unexpectedly expands its money supply. (10)

डॉर्नबुश द्वारा प्रस्तुत किए गए मॉडल के अनुसार, जब देश अप्रत्याशित रूप से अपनी धन आपूर्ति का विस्तार करता है तो एक नवीन संतुलन विनिमय दर के समय पथ का वर्णन कीजिए।

13. Assume that the economy is hit by a permanent negative aggregate demand shock. Use the 3 equation model to give a detailed period by period explanation of the adjustment process. (10)

मान लें कि अर्थव्यवस्था स्थायी नकारात्मक कुल मांग शॉक से प्रभावित है। समायोजन प्रक्रिया की अवधि-दर-अवधि विस्तृत व्याख्या देने के लिए 3 समीकरण मॉडल का उपयोग कीजिए।



(b)

[This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1357**

**H**

Unique Paper Code : 12271601

Name of the Paper : Indian Economy-II

Name of the Course : **B.A. Hons. Economics Core**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answer any five questions out of eight.
3. All questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. आठ में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

P.T.O.

1. Outline the reforms that have been initiated in the tariff measures in India's trade policy since 1991. What does a comparison of India's Average MFN Tariffs with Tariffs of APEC (Asia Pacific Economic Cooperation) economies reveal? (10+5)

1991 के बाद से भारत की व्यापार नीति में टैरिफ उपायों में शुरू किए गए सुधारों को रेखांकित करें। APEC (एशिया - प्रशांत महासागरीय आर्थिक सहयोग) अर्थव्यवस्थाओं के टैरिफ के साथ भारत के औसत MFN टैरिफ की तुलना से क्या पता चलता है ?

2. India had become a much more open economy since 1991 as compared to pre-liberalisation phase. Do you think an inward orientation based on the recent initiatives of *atmanirbharta* may confine the Indian economy to mediocrity? Why or why not? (15)

उदारीकरण पूर्व चरण की तुलना में भारत 1991 के बाद से अधिक खुली अर्थव्यवस्था बन गया था। क्या आपको लगता है कि आत्मनिर्भर भारत की हालिया पहलों पर आधारित अंतर्मुखी अभिन्यास भारतीय अर्थव्यवस्था को औसत दर्जे तक सीमित कर सकता है ? क्यों या क्यों नहीं?

3. What do you understand by Global Value Chains (GVC)? Analyse the performance of India in the global value chains during 2005-2015 period. (5+10)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



वैश्विक मूल्य श्रृंखलाओं (GVC) से आप क्या समझते हैं ? 2005 - 2015 की अवधि के दौरान वैश्विक मूल्य श्रृंखलाओं में भारत के प्रदर्शन का विश्लेषण करें।

4. Critically examine the flexibility-rigidity debate with special reference to the Indian labour market. Enumerate some important labour market reform measures undertaken since 2015 by the central government for the benefit of workers and employers. (7.5+7.5)

भारतीय श्रम बाजार के विशेष संदर्भ में लचीलेपन-कठोरता बहस का आलोचनात्मक परीक्षण करें। श्रमिकों और नियोक्ताओं के लाभ के लिए केंद्र सरकार द्वारा 2015 से किए गए कुछ महत्वपूर्ण श्रम बाजार सुधार उपायों की गणना करें।

5. The pace of growth in farmer's incomes that started in 2004-2005 could not be sustained after 2011-2012. What are the factors that contributed to the above phenomenon? Discuss the factors that led to distress among farmers in recent years. (7.5+7.5)

2004 - 2005 में शुरू हुई किसान आय में वृद्धि की गति 2011 - 2012 के बाद कायम नहीं रह सकी। उपरोक्त घटना में योगदान देने वाले कारक क्या हैं? हाल के वर्षों में किसानों के बीच संकट पैदा करने वाले कारकों की चर्चा कीजिए।

6. Critically analyse the impact of the now repealed farm laws on increasing the farm incomes of the agricultural sector. (15)

“कृषि क्षेत्र में खेती से आय में वृद्धि पर हाल में निरस्त कृषि कानूनों के प्रभाव का आलोचनात्मक विश्लेषण करें।

7. What do you understand by “Stigmatized Capitalism”? In your opinion, what does India stand to gain or lose by following this model? (5+10)

“कलंकित पूंजीवाद” से आप क्या समझते हैं? आपकी राय में, इस मॉडल का पालन करने से भारत को क्या लाभ या हानि होती है?

8. What do you understand by ‘Jobless growth?’ Briefly discuss the Indian experience with regard to growth and employment generation since independence. (5+10)

‘रोजगार रहित विकास’ से आप क्या समझते हैं? आजादी के बाद से विकास और रोजगार सृजन के संबंध में भारतीय अनुभव की संक्षेप में चर्चा करें।



(7)  
[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1409**

**H**

Unique Paper Code : 12271602

Name of the Paper : Development Economics – II  
विकास अर्थशास्त्र – II

Name of the Course : **B.A. (Hons.) Economics –  
CBCS CORE**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. There are total 8 questions. Answer any 5 questions.
3. Marks of each question are written alongside the question.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

P.T.O.

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. इस पत्र में 8 प्रश्न हैं। किसी भी 5 सवालों के जवाब दें।
3. प्रत्येक प्रश्न के अंक प्रश्न के साथ लिखे गए हैं।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. (a) "Wage income increases have a stronger impact on fertility reductions than rental income increases." Comment. Extend this argument to societies where only women look after children. (8)

- (b) Where the family related externalities are typically negative, private fertility choices generally lead to overly large number of children. Explain. (7)

- (अ) "किराये की आय बढ़ने की तुलना में मजदूरी आय में वृद्धि का, प्रजनन क्षमता में कमी पर, अधिक प्रभाव पड़ता है।" टिप्पणी करें। इस तर्क को विशेष रूप से उन समाजों के सन्दर्भ में समझाइए जहाँ केवल महिलाएँ ही बच्चों की देखभाल करती हैं।



(ब) जहाँ परिवार से संबंधित बाह्यताएँ नकारात्मक होती हैं, निजी प्रजनन विकल्प आम तौर पर बच्चों की बड़ी संख्या का कारण बनते हैं। व्याख्या करें।

2. In a dual economy framework, highlight the asymmetries that exist between the traditional agriculture sector and the modern industrial sector. Explain, in detail, the model of economic development where development proceeds via a joint transfer of labour and agricultural surplus from the agricultural to the industrial sector. (6,9)

दोहरी अर्थव्यवस्था के ढांचे में पारंपरिक कृषि क्षेत्र और आधुनिक औद्योगिक क्षेत्र के बीच मौजूद विषमताओं की व्याख्या करें। आर्थिक विकास के उस मॉडल की विस्तार से व्याख्या करें जहां कृषि से औद्योगिक क्षेत्र में श्रम और कृषि अधिशेष के संयुक्त हस्तांतरण के माध्यम से विकास होता है।

3. Changes in distribution of wealth holdings among individuals in a rural economy have the power to increase the overall output in the economy. Discuss in detail. (15)

ग्रामीण अर्थव्यवस्था में व्यक्तियों के बीच संपत्ति के वितरण में परिवर्तन से अर्थव्यवस्था में समग्र उत्पादन में वृद्धि करने की शक्ति होती है। विस्तार से चर्चा करें।

4. Explain why, in informal rural credit markets, the moneylender's preferred contract involves credit rationing even in the situation of existence of excess demand for loans. (15)

स्पष्ट करें कि क्यों, अनौपचारिक ग्रामीण ऋण बाजारों में, साहुकार के पसंदीदा अनुबंध में ऋण के लिए अतिरिक्त मांग की स्थिति में भी क्रेडिट राशनिंग शामिल है।



5. (a) Explain, through use of numerical example, why, in the presence of limited liability of the borrower, needs of rural credit cannot be adequately served with the use of formal money lending institutions? (6)

(b) "If vertical links are established between the formal and the informal lenders in rural markets, by way of expansion of formal credit to informal lenders, it will invariably lower the interest rates for small borrowers." Discuss. (9)

(अ) संख्यात्मक उदाहरण के माध्यम से व्याख्या कीजिए कि क्यों, उधारकर्ता की सीमित देनदारी की स्थिति में, औपचारिक साहूकार संस्थाओं के उपयोग से ग्रामीण ऋण की आवश्यकताओं को पर्याप्त रूप से पूरा नहीं किया जा सकता है?

(ब) "यदि ग्रामीण बाजारों में, अनौपचारिक उधारदाताओं को औपचारिक ऋण के विस्तार के माध्यम से, औपचारिक और अनौपचारिक उधारदाताओं के बीच लंबवत संबंध स्थापित किए जाते हैं, तो यह निश्चित रूप से छोटे उधारकर्ताओं के लिए ब्याज दरों को कम कर देगा।" चर्चा करें।

6. It is not the developing countries that are responsible for the high levels of global pollution. Why then, in your opinion, is it necessary for them to take strong steps to mitigate the pollution and to control any further environmental damage? (15)

यह विकासशील देश नहीं हैं जो वैश्विक प्रदूषण के उच्च स्तर के लिए जिम्मेदार हैं। फिर, आपकी राय में, उनके लिए प्रदूषण को कम करने और आगे किसी भी पर्यावरणीय क्षति को नियंत्रित करने के लिए कड़े कदम उठाना क्यों आवश्यक है? इस उद्देश्य के लिए उनकी सरकारें कौन-सी वैकल्पिक नीतियां अपना सकती हैं?

7. In the light of fault lines as discussed by Raghuram Rajan, evaluate the financial crisis that occurred in the US in 2007. What lessons do the developing countries need to learn from the US experience?

(15)

रघुराम राजन द्वारा चर्चित दोष रेखाओं के आलोक में, 2007 में यूएस में हुए वित्तीय संकट का मूल्यांकन करें। यूएस के अनुभव से विकासशील देशों को क्या सबक सीखने की आवश्यकता है?



8. Write short notes on any **two** of the following :

(7.5×2)

- (a) Social norms that create a high degree of conformism, attribute to high levels of fertility. Discuss.
- (b) If the agricultural Wage  $W_a$  is \$300, urban formal wage  $W_f$  is \$1000 and urban informal wage  $W_i$  is \$500, will a potential migrant move to the urban sector if the probability of getting absorbed in the urban formal sector is 0.5 and the probability of ending up in the urban informal sector is 0.7?
- (c) Differentiate between moderate globalisation and hyper globalisation.
- (d) Measurement of sustainability of development.

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

- (अ) सामाजिक मानदंड जो उच्च स्तर की अनुरूपता पैदा करते हैं, उच्च स्तर की उर्वरता को परिणाम देते हैं। चर्चा करें।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (ब) यदि कृषि मजदूरी  $W_a$  \$300 है, शहरी औपचारिक मजदूरी  $W_f$  \$1000 है और शहरी अनौपचारिक मजदूरी  $W_i$  \$500 है, तो क्या एक ग्रामीण प्रवासी, शहरी क्षेत्र में स्थानांतरित हो जाएगा, यदि शहरी औपचारिक क्षेत्र में अवशोषित होने की संभावना 0.5 है और शहरी अनौपचारिक क्षेत्र में अवशोषित होने की संभावना 0.7 है?
- (स) मध्यम वैश्वीकरण और अति वैश्वीकरण के बीच अंतर स्पष्ट करें।
- (द) विकास की सततता का मापन।



9 [This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1498**

**H**

Unique Paper Code : 12277602

Name of the Paper : Comparative Economic  
Development (1850-1950)

Name of the Course : **B.A. (HONS.) ECONOMICS**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt 5 questions in all.
3. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

3. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. What role was played by state agencies in the development of their economies in Japan and Russia? Compare and find the differences between them.

जापान एवं रूस में अपनी अर्थव्यवस्थाओं के विकास में राज्य एजेंसियों द्वारा क्या भूमिका निभाई गई? दोनों के बीच तुलना करते हुए इनके मध्य व्याप्त अंतरों को बताएं।

2. What role does the agricultural sector play in the process of industrial transition of an economy? Illustrate your answer from the comparative experiences of Britain, Japan and Soviet Union.

किसी अर्थव्यवस्था के औद्योगिक रूपांतरण की प्रक्रिया में कृषि क्षेत्र की क्या भूमिका होती है? ब्रिटेन, जापान और सोवियत संघ के तुलनात्मक अनुभवों से अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।

3. How was Soviet agriculture collectivized and what were the result of this specific form of agricultural collectivization?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



सोवियत कृषि को कैसे सामूहिक किया गया और कृषि सामूहिकता के इस विशिष्ट रूप के क्या परिणाम सामने आए?

4. Critically examine the system of War Communism in the Soviet Union.

सोवियत संघ में युद्ध साम्यवाद की व्यवस्था का आलोचनात्मक परीक्षण कीजिए।

5. What was the basis of agriculture growth in Japan from the Meiji restoration till the first world war.

‘मीजी बहाली’ से ‘प्रथम विश्व युद्ध’ तक जापान में कृषि विकास का आधार क्या था ?

6. Why were the errors in Stalinist agricultural policy not corrected for 25 years?

स्टालिनवादी कृषि नीति की त्रुटियों को 25 वर्षों तक ठीक क्यों नहीं किया गया ?

7. How was the origin of early Japanese industrial capital? How did it influences the future industrial evolution? Explain with the Special References to the role of Zaibatsu.

प्रारंभिक जापानी औद्योगिक पूंजी की उत्पत्ति कैसे हुई? इसने भविष्य के औद्योगिक विकास को कैसे प्रभावित किया? जैवात्सू की भूमिका के विशेष संदर्भों के साथ व्याख्या कीजिए।

8. What role did innovations play in the development of cotton textiles and the iron industry?

सूती वस्त्र और लौह उद्योग के विकास में नवाचारों ने क्या भूमिका निभाई ?



9  
[This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1650**

**H**

**Unique Paper Code : 12277602**

**Name of the Paper : Comparative Economic  
Development (1850-1950)**

**Name of the Course : B.A (HONS.) ECONOMICS**

**Semester : VI**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt 5 questions in all.
3. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये ।
3. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. Define the term 'Industrial Revolution'. What were the set of factors which helped Britain to become the first industrial nation?

‘औद्योगिक क्रांति’ शब्द को परिभाषित कीजिए । वे कौन से कारक थे जिन्होंने ब्रिटेन को पहला औद्योगिक राष्ट्र बनने में मदद की?

2. "Industrial development has mostly been based on extracting surpluses from agriculture". Discuss in the light of development experience of Great Britain, Japan and USSR.

“औद्योगिक विकास अधिकांशतः कृषि अधिशेष पर आधारित रहा है” । ग्रेट ब्रिटेन, जापान और यूएसएसआर के विकास के अनुभवों के आलोक में चर्चा करें ।

3. What was the role of Zaibatsu in the origin of Japanese industrial capital?

जापानी औद्योगिक पूंजी की उत्पत्ति में ज़ैबात्सु की क्या भूमिका थी ?



4. Discuss the role of the state in the economic development of Japan and the Soviet Union? Highlight the differences and similarities between the two countries in this context.

जापान और सोवियत संघ के आर्थिक विकास में राज्य की भूमिका की चर्चा कीजिए? इस संदर्भ में दोनों देशों के मध्य अंतरों और समानताओं को उजागर करें।

5. Lenin described the system introduced by NEP as 'Transitional mixed system'. Describe the essential feature of this system and explain why it had to be only a temporary expedient?

लेनिन ने एनईपी के माध्यम से आरंभ की गई प्रणाली को 'संक्रमणकालीन मिश्रित प्रणाली' के रूप में वर्णित किया। इस प्रणाली की आवश्यक विशेषता का वर्णन करें और समझाएं कि यह केवल एक अस्थायी व्यवस्था ही क्यों थी?

6. What role does the agricultural sector play in the process of industrial transition of an economy?

किसी अर्थव्यवस्था के औद्योगिक रूपांतरण की प्रक्रिया में कृषि क्षेत्र की क्या भूमिका होती है?

7. What were the reasons that led to a rapid increase in the production of cotton textiles in Japan in 1890's?

1890 के दशक में जापान में सूती वस्त्रों के उत्पादन में तेजी से वृद्धि के क्या कारण थे ?

8. Discuss the collectivization of agriculture as a measure of agrarian reforms in the USSR. Was resistance the only response by the peasants to this process? Analyze.

यूएसएसआर में कृषि सुधारों के उपाय के रूप में कृषि के सामूहिककरण पर चर्चा करें। क्या इस प्रक्रिया के लिए किसानों द्वारा प्रतिरोध ही एकमात्र प्रतिक्रिया थी? विश्लेषण कीजिए।



10  
[This question paper contains 12 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 1651

H

Unique Paper Code : 12277606

Name of the Paper : Money & Financial Markets

Name of the Course : B.A. (Hons.) Economics

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any Five questions.
3. The distribution of the marks is given with the question.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

3. अंकों का वितरण प्रश्न के साथ दिया गया है ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. (a) Enumerate the new Monetary and Liquidity aggregates. Explain how they are differentiated not on the basis of attributes of the instruments but on the nature and functions of the institutions issuing such instruments?

(b) Discuss the statement that "Complete Currency multiplier determines how much currency holdings increase due to change in monetary base".

(9+6)

(क) नए मौद्रिक और तरलता समुच्चय के बारे में एक एक कर बताएं। समझाएं कि उन्हें उपकरणों की विशेषताओं के आधार पर नहीं बल्कि ऐसे उपकरणों को जारी करने वाली संस्थाओं की प्रकृति और कार्यों के आधार पर कैसे विभेदित किया जाता है?



(ख) इस कथन पर चर्चा करें कि “पूर्ण मुद्रा गुणक यह निर्धारित करता है कि मौद्रिक आधार में परिवर्तन के कारण कितनी मुद्रा धारिता बढ़ती है”।

2. (a) (i) Explain briefly how the money multiplier can be made invariant to changes in cash reserve requirement?

(ii) What happens when banks resort to discretionary finance from the Central bank and maintain excess reserves?

(b) Using the money multiplier approach, explain the money supply response to changes in the following variables

(i) Fall in  $(C/DD)$  ratio

(ii) Fall in  $(TD/DD)$  ratio

(iii) Decline in reserve ratio

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

(c) Consider the following data :

Required reserve ratio = 0.20

Excess reserve ratio = 0.05

Deposits = Rs. 400 Billion

- (i) What are the total banking system reserves (required + excess)?
- (ii) The Central Bank cuts the required reserve ratio from 0.20 to 0.15 in order to augment the liquidity in the system. What will be the new level of total reserves?
- (iii) If the deposits increase from Rs. 400 Billion to Rs 500 billion, what is the amount of incremental reserves the banking system needs to maintain the initial required reserve ratio of 0.20? (6+3+6)



(क) (i) संक्षेप में व्याख्या कीजिए कि किस प्रकार मुद्रा गुणक को नकद आरक्षित आवश्यकता में परिवर्तन के लिए अपरिवर्तनीय बनाया जा सकता है?

(ii) क्या होता है जब बैंक केंद्रीय बैंक से विवेकाधीन वित्त का सहारा लेते हैं और अतिरिक्त भंडार बनाए रखते हैं?

(ख) मुद्रा गुणक दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए, निम्नलिखित चरों में परिवर्तन के लिए मुद्रा आपूर्ति प्रतिक्रिया की व्याख्या करें

(i) (C/DD) अनुपात में गिरावट

(ii) (TD/DD) अनुपात में गिरावट

(iii) आरक्षित अनुपात में गिरावट

(ग) निम्नलिखित आंकड़ों पर विचार करें:

आवश्यक आरक्षित अनुपात = 0.20

अतिरिक्त आरक्षित अनुपात = 0.05

जमा = 400 अरब रुपये

- (i) कुलबैंकिंग प्रणाली भंडार (आवश्यक + अतिरिक्त) क्या है?
- (ii) तंत्र में तरलता बढ़ाने के लिए केंद्रीय बैंक आवश्यक आरक्षित अनुपात को 0.20 से घटाकर 0.15 कर देता है। कुल भंडार का नया स्तर क्या होगा?
- (iii) यदि जमा राशि 400 अरब रुपये से बढ़कर 500 अरब रुपये होता है, बैंकिंग प्रणाली को 0.20 के प्रारंभिक वांछित आरक्षित अनुपात को बनाए रखने के लिए आवश्यक वृद्धिशील भंडार की राशि क्या है?
3. (a) "Equity contracts are subject to a particular type of moral hazard called Principal-Agent problem". Discuss the above statement and the tools to solve Principal-Agent Problem.
- (b) Consider a put option for a unit of Asset ABC with a strike price of Rs. 150. If the option price is Rs. 5 and the current price is Rs. 150, contrast the long put position with the short put position using a table and graphs. (7+8)



(क) "इक्विटी अनुबंध एक विशेष प्रकार के नैतिक खतरे के अधीन हैं जिसे प्रिंसिपल-एजेंट समस्या कहा जाता है"। उपरोक्त कथन और प्रिंसिपल-एजेंट समस्या को हल करने के लिए उपकरणों पर चर्चा करें।

(ख) 150 रुपये के स्ट्राइक मूल्य के साथ परिसंपत्ति ABC की एक इकाई के लिए एक पुट विकल्प पर विचार करें। यदि विकल्प मूल्य 5 रुपये और वर्तमान मूल्य 150 रुपये है, तालिका और आरेख का उपयोग करते हुए शॉर्ट पुट पोजीशन के साथ लॉन्ग पुट पोजीशन की तुलना करें।

4. (a) As the market interest rate falls, the price of a debt instrument sold on discount basis rises. Discuss the statement with a suitable illustration and diagram.

(b) Distinguish between discount yield and yield to maturity? Which is a better measure and why? Calculate the discount yield and yield to maturity

of treasury bills that matures in 365 days with a face value of Rs. 10,000 at the following purchase prices.

(i) Rs. 9500

(ii) Rs. 9000 (7+8)

(क) जैसे ही बाजार की ब्याज दर गिरती है, छूट के आधार पर बेचे गए ऋण विलेख की कीमत बढ़ जाती है। उपयुक्त उदाहरण और आरेख के साथ कथन पर चर्चा करें।

(ख) डिस्काउंट प्रतिफल और परिपक्वता प्रतिफल के बीच अंतर बताएं? कौन सा उपाय बेहतर है और क्यों? 10,000 रुपये के अंकित मूल्य के साथ 365 दिनों में परिपक्व होने वाले ट्रेजरी बिलों के लिए निम्नलिखित खरीद मूल्यों पर डिस्काउंट प्रतिफल और परिपक्वता प्रतिफल की गणना करें।

(i) 9500 रुपये

(ii) 9000 रुपये

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



5. (a) Using the loanable funds theory, discuss the statement "the default risk premium can be illustrated by the difference between the interest rate for risky loans and the interest rate for default free loans".

(b) Determine the short and long term interest rates under segmented market hypothesis. What is the rationale for the hypothesis? (9+6)

(क) ऋण योग्य निधि सिद्धांत का उपयोग करते हुए, "डिफॉल्ट जोखिम प्रीमियम को जोखिम भरे ऋणों के लिए ब्याज दर और डिफॉल्ट मुक्त ऋणों के लिए ब्याज दर के बीच के अंतर से स्पष्ट किया जा सकता है" कथन पर चर्चा करें।

(ख) खंडित बाजार परिकल्पना के तहत छोटी और लंबी अवधि की ब्याज दरों का निर्धारण करें। परिकल्पना का औचित्य क्या है?

6. (a) In India, banks are the main conduits through which monetary impulses are transmitted to the real economy. In this context review the bank's lending rate system since the early 90s.

(b) Compare and contrast the policy response to the banking crisis that started in 1997 and in the aftermath of 2008 Global financial crisis?

(9+6)

(क) भारत में, बैंक मुख्य साधन हैं जिनके माध्यम से मौद्रिक आवेगों को वास्तविक अर्थव्यवस्था में संचारित किया जाता है। इस संदर्भ में 90 के दशक की शुरुआत से बैंक की उधार दर प्रणाली की समीक्षा करें।

(ख) 1997 में शुरू हुए बैंकिंग संकट और 2008 के वैश्विक वित्तीय संकट के बाद के बैंकिंग संकट के विरुद्ध नीति प्रतिक्रिया की तुलना और अंतर करें।



7. (a) Explain the goals and instruments of monetary policy in India.

(b) What is flexible inflation targeting in India? Discuss the Operating framework of monetary policy under flexible inflation targeting in India. (6+9)

(क) भारत में मौद्रिक नीति के लक्ष्यों और साधनों की व्याख्या कीजिए।

(ख) भारत में लचीला मुद्रास्फीति लक्ष्यीकरण क्या है? भारत में लचीले मुद्रास्फीति लक्ष्यीकरण के तहत मौद्रिक नीति के परिचालन ढांचे पर चर्चा करें।

8. (a) What is unconventional monetary policy? Discuss the key features of the unconventional monetary policy measures and their applications in India.

(b) Explain how Lags can be a constraint in monetary policy making. (9+6)

(क) अपरंपरागत मौद्रिक नीति क्या है? अपरंपरागत मौद्रिक नीति उपायों की प्रमुख विशेषताओं और भारत में उनके अनुप्रयोगों पर चर्चा करें।

(ख) स्पष्ट करें कि मौद्रिक नीति निर्माण में मंदगति कैसे एक बाधा हो सकता है।



11  
[This question paper contains 16 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 5137**

**H**

Unique Paper Code : 2272101201

Name of the Paper : INTRODUCTORY  
MACROECONOMICS

Name of the Course : B.A. (H) ECONOMICS :  
DSC

Semester : II

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any 5 questions.
3. Part of the questions are to be attempted together.
4. All questions carry equal marks.
5. Use of a simple calculator allowed.
6. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. कोई भी 5 प्रश्न हल करें।
3. प्रश्नों के खंडों को एक साथ हल करना होगा।
4. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
5. एक साधारण कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
6. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. (a) (i) Are interest payments on National Debt counted as part of the Gross Domestic Product? Give reasons.

- (ii) A payment of ₹10,000 is made by an Indian citizen for dinner at a Thai restaurant in Thailand by Visa credit card. How is this transaction accounted for in the balance of payments account of India? (4)

- (b) A bond provides to pay ₹100 in one year :

- (i) What is the interest rate on the bond if its price today is ₹75 and ₹90?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(ii) If the interest rate is 8%, what is the price of the bond today? (4)

(c) (i) Analyse the effect of a reduction in the marginal income tax rate on output, employment and the price level in the Classical model with suitable diagrams.

(ii) What are the various stages in the monetary transmission mechanism? (7,3)

(क) (i) क्या राष्ट्रीय ऋण पर ब्याज भुगतान को सकल घरेलू उत्पाद के हिस्से के रूप में गिना जाता है? कारण बताएं।

(ii) एक भारतीय नागरिक द्वारा थाईलैंड के एक थाई रेस्तरां में रात्रिभोज के लिए वीज़ा क्रेडिट कार्ड द्वारा ₹10,000 का भुगतान किया जाता है। इस लेन-देन का हिसाब भारत के भुगतान संतुलन खाते में कैसे किया जाता है?

(ख) एक बांड में एक वर्ष में ₹100 का भुगतान करने का प्रावधान है :

(i) यदि बांड की आज कीमत ₹75 और ₹90 है तो उस पर ब्याज दर क्या है?

(ii) यदि ब्याज दर 8% है, तो आज बांड की कीमत क्या है?

- (ग) (i) उपयुक्त रेखाचित्रों के साथ क्लासिकल मॉडल में उत्पादन, रोजगार और मूल्य स्तर पर सीमांत आयकर दर में कमी के प्रभाव का विश्लेषण करें।

(ii) मौद्रिक संचरण तंत्र में विभिन्न चरण क्या हैं?

2. (a) Use the following data to calculate private, government and national savings :

$$\text{GDP} = 7000$$

$$\text{Net factor payments from abroad} = -70$$

$$\text{Consumption} = 4480$$

$$\text{Government purchases} = 1400$$

$$\text{Interest payments on government debt} = 210$$

$$\text{Taxes} = 2450$$

$$\text{Transfers} = 1050 \quad (4)$$

- (b) If the central bank follows an expansionary open market operation, how does it affect the money supply in the economy? Explain. (4)

- (c) (i) Given the following information:

$$\text{Consumption } C = 80 + 0.75Y_d$$

$$\text{Investment } I = 100$$

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



Government Expenditure  $G = 200$

Transfer Payments  $TR = 100$

Tax  $t = .20$

- (a) Calculate the equilibrium level of income and the multiplier.
- (b) Write the saving function and calculate the level of saving.
- (c) Calculate the budget surplus.
- (d) Suppose that  $t$  increases to 0.25, what is the new equilibrium income and multiplier?

(ii) Using the IS-LM model, derive the aggregate demand curve. (7,3)

(क) निजी, सरकारी और राष्ट्रीय बचत की गणना के लिए निम्नलिखित आंकड़ों का उपयोग करें :

GDP = 7000

विदेश से शुद्ध कारक भुगतान = -70

उपभोग = 4480

सरकारी खरीद = 1400

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

सरकारी ऋण पर ब्याज भुगतान = 210

कर = 2450

हस्तांतरण = 1050

(ख) यदि केंद्रीय बैंक एक विस्तारवादी खुले बाजार संचालन का अनुसरण करता है, तो यह अर्थव्यवस्था में मुद्रा आपूर्ति को कैसे प्रभावित करता है? व्याख्या करें।

(ग) (i) निम्नलिखित जानकारी दी गई :

उपभोग (C) =  $80 + 0.75Y_d$

निवेश (I) = 100

सरकारी व्यय (G) = 200

हस्तांतरण भुगतान (TR) = 100

कर  $T = .20$

(अ) आय के संतुलन स्तर और गुणक की गणना करें।

(ब) बचत फलन लिखें और बचत के स्तर की गणना करें।

(स) बजट अधिशेष की गणना करें।

(द) मान लीजिए कि  $t$  बढ़कर 0.25 हो जाता है, तो नई संतुलन आय और गुणक क्या है?



(ii) IS-LM मॉडल का उपयोग करके, कुल मांग वक्र प्राप्त करें।

3. (a) What is national wealth? How is national wealth linked to national saving? (4)

(b) How is the rate of interest determined by the demand and supply of money? What happens to the interest rate if nominal income falls? Use a suitable diagram. (4)

(c) Given the following information :

$$\text{Consumption } C = 100 + 0.8Y_d$$

$$\text{Investment } I = 400 - 50i$$

$$\text{Government Expenditure } G = 500$$

$$\text{Tax } t = 0.25$$

$$\text{Price level } P = 2$$

$$\text{Nominal money supply } M = 1200$$

$$\text{Demand for money } L = 0.40Y - 50i$$

(i) Write down the IS-LM equations.

(ii) What is the equilibrium level of income and interest rate?

(iii) Derive the fiscal and monetary policy multipliers.

(iv) How much does an increase in government spending by 100 increase the income level in the model, which includes the money market? What will be the new equilibrium interest rate? (10)

(क) राष्ट्रीय संपदा क्या है? राष्ट्रीय संपदा राष्ट्रीय बचत से कैसे जुड़ा है?

(ख) ब्याज की दर, मुद्रा की मांग और आपूर्ति से कैसे निर्धारित होती है? यदि मौद्रिक आय गिरती है तो ब्याज दर का क्या होगा? एक उपयुक्त आरेख का प्रयोग करें।

(ग) निम्नलिखित जानकारी दी गई :

$$\text{उपभोग } C = 100 + 0.8Y_d$$

$$\text{निवेश } I = 400 - 50i$$

$$\text{सरकारी व्यय } G = 500$$

$$\text{टैक्स } t = 0.25$$

$$\text{मूल्य स्तर } P = 2$$

$$\text{मौद्रिक मुद्रा आपूर्ति } M = 1200$$

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



मुद्रा की मांग  $L = 0.40Y - 50i$

(i) IS-LM समीकरण लिखिए।

(ii) आय और ब्याज दर का संतुलन स्तर क्या है?

(iii) राजकोषीय और मौद्रिक नीति गुणक प्राप्त करें।

(iv) सरकारी खर्च में 100 की वृद्धि से मॉडल में आय स्तर में कितनी वृद्धि होती है, जिसमें मुद्रा बाजार भी शामिल है? नई संतुलन ब्याज दर क्या होगी?

4. (a) The nominal interest rate is 7%, today's price level is 150, and you expect the price level to be 156 from now. What is the expected inflation rate? What is the expected real interest rate? (4)

(b) Suppose the ratio of currency to checkable deposits is 0.25 and the reserve ratio is 0.25, what is the value of money multiplier? (4)

(c) (i) Explain the concept of crowding out. Also, explain the extreme cases with suitable diagrams :

(a) Full crowding out

(b) No crowding out

- (ii) What are the automatic stabilisers? Explain with the help of examples. (7,3)

(क) मौद्रिक ब्याज दर 7% है, आज का मूल्य स्तर 150 है, और आप अब से मूल्य स्तर 156 होने की उम्मीद करते हैं। अपेक्षित मुद्रास्फीति दर क्या है? अपेक्षित वास्तविक ब्याज दर क्या है?

(ख) मान लीजिए कि मुद्रा और चेक सुविधा योग्य जमा का अनुपात 0.25 है और आरक्षित अनुपात 0.25 है, तो मुद्रा गुणक का मूल्य क्या है?

(ग) (i) क्राउडिंग आउट की अवधारणा को स्पष्ट करें। इसके अलावा, उपयुक्त रेखाचित्रों के साथ चरम मामलों की व्याख्या करें :

(अ) पूर्ण क्राउडिंग आउट

(ब) शून्य क्राउडिंग आउट

(ii) स्वचालित स्टेबलाइजर क्या हैं? उदाहरणों की सहायता से समझाइये।

5. (a) What is a GDP deflator? How is it different from Consumer Price Index? (4)



(b) Using the Fisher approach to the Quantity Theory of Money, explain the relationship between the quantity of money and price level. (4)

(c) (i) The marginal propensity to consume is 0.9. The income tax is one-third of the income. The government decides to increase spending to increase GDP by Rs. 750 lakhs. How much should government spending increase? What happens to the budget deficit?

(ii) Explain the effects of investment subsidy on the equilibrium interest rate, consumption, investment and GDP. Use suitable diagram. (5,5)

(क) अपस्फीतिकारक क्या है? यह उपभोक्ता मूल्य सूचकांक से किस प्रकार भिन्न है?

(ख) मुद्रा के परिमाण सिद्धांत के फिशर दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए, मुद्रा का परिमाण और मूल्य स्तर के बीच संबंध की व्याख्या करें।

(ग) (i) सीमांत उपभोग प्रवृत्ति 0.9 है। आयकर आय का एक तिहाई है। सरकार ने GDP बढ़ाने के लिए खर्च 750 लाख बढ़ाने का फैसला किया है। सरकारी खर्च कितना बढ़ना चाहिए? बजट घाटे का क्या होगा?

- (ii) संतुलन ब्याज दर, उपभोग, निवेश और सकल घरेलू उत्पाद पर निवेश सब्सिडी के प्रभावों की व्याख्या करें। उपयुक्त आरेख का प्रयोग करें।

6. (a) Why do three methods of national income accounting yield the same measure of GDP?

(4)

- (b) The following financial market data is given for an economy (in rupees) :

(4)

Currency = 10,000

Reserves = 2,000

Deposits = 20,000

Calculate the following :

(i) Size of the money multiplier

(ii) Monetary Base

(iii) Money Supply

- (c) (i) "With a decrease in the marginal propensity to save, the IS curve will become steeper".

Agree or disagree. Explain the answer.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



- (ii) Explain the impact of an autonomous decline in investment on the overall demand in the economy in the Classical Model with the help of a diagram. (5,5)

(क) राष्ट्रीय आय लेखांकन के तीनों पद्धतियों से सकल घरेलू उत्पाद का समान माप क्यों प्राप्त होता है?

(ख) एक अर्थव्यवस्था के लिए निम्नलिखित वित्तीय बाजार आंकड़ा दिया गया है (रुपये में):

मुद्रा = 10,000

आरक्षित निधि = 2,000

जमा = 20,000

निम्नलिखित की गणना करें :

(i) मुद्रा गुणक का आकार

(ii) मौद्रिक आधार

(iii) मुद्रा आपूर्ति

(ग) (i) "बचत की सीमांत प्रवृत्ति में कमी के साथ, IS वक्र तीव्र हो जाएगा"। सहमत या असहमत। उत्तर स्पष्ट करें।

- (ii) क्लासिकल मॉडल में एक चित्र की सहायता से अर्थव्यवस्था में समग्र मांग पर निवेश में स्वतंत्र गिरावट के प्रभाव की व्याख्या करें।

7. (a) (i) Is it correct to say that to finance its current account balance, a country must increase its Private Savings? Explain.
- (ii) If a country has a current account deficit of \$120 million and a capital account surplus of \$80 million, what is the net change in its official reserve assets? (4)
- (b) What is the demand for Central Bank money? How is equilibrium determined in the market for Central Bank money? (4)
- (c) (i) Suppose that the government follows a fiscal policy such that an increase in government spending is equal to the fall in transfer payments where :
- Consumption = 0.75
- Tax = 0.20
- Income = 1000
- Change in government spending = 20



Change in transfer payments = -20

(a) Find the change in equilibrium income.

(b) Find the change in budget surplus.

(ii) "As the demand for money becomes more sensitive to change in income, does the LM curve become steeper or flatter". Explain your answer. (5,5)

(क) (i) क्या यह कहना सही है कि किसी देश को अपने चालू खाते के शेष को वित्तपोषित करने के लिए अपनी निजी बचत बढ़ानी होगी? व्याख्या करें।

(ii) यदि किसी देश का चालू खाता घाटा \$120 मिलियन है और पूंजी खाता अधिशेष \$80 मिलियन है, तो इसकी आधिकारिक आरक्षित परिसंपत्ति में शुद्ध परिवर्तन क्या है?

(ख) केंद्रीय बैंक के मुद्रा की मांग क्या है? केंद्रीय बैंक के मुद्रा के लिए बाजार में संतुलन कैसे निर्धारित किया जाता है?

(ग) (i) मान लीजिए कि सरकार एक ऐसी राजकोषीय नीति का पालन करती है, जिसमें सरकारी खर्च में वृद्धि हस्तांतरण भुगतान में गिरावट के बराबर है : जहाँ

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

$$\text{उपभोग} = 0.75$$

$$\text{कर} = 0.20$$

$$\text{आय} = 1000$$

$$\text{सरकारी खर्च में परिवर्तन} = 20$$

$$\text{हस्तांतरण भुगतान में परिवर्तन} = -20$$

(अ) संतुलन आय में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।

(ब) बजट अधिशेष में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।

- (ii) “जब मुद्रा की मांग, आय में परिवर्तन के प्रति अधिक संवेदनशील हो जाती है, क्या LM वक्र तीव्र या सपाट हो जाता है”। अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।



(12)  
[This question paper contains 16 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 5190

H

Unique Paper Code : 2272101202

Name of the Paper : Intermediate Mathematical  
Methods for Economics

Name of the Course : B.A. (Hons.) Economics –  
DSC

Semester : II

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. This question paper is divided into **three** sections.
3. Use of simple calculator is allowed.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. यह प्रश्न पत्र तीन खण्डों में विभाजित है।
3. साधारण कैलकुलेटर के प्रयोग की अनुमति है।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

### SECTION A

Attempt any five of the following questions : (5×8=40)

निम्नलिखित में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

1. (a) What is the derivative of  $f(x, y) = x^2y^5$  at  $P = (3, 1)$  in the direction of the vector  $Q = (4, -3)$ .  
(b) Find the equation of the tangent plane to  $z = e^{xy} + y^2e^{y-1}$  at  $(0, 1)$ . (4+4)

(क) वेक्टर  $Q = (4, -3)$  की दिशा में  $P = (3, 1)$  पर  $f(x, y) = x^2y^5$  का व्युत्पन्न क्या है।

(ख) टेंजेंट विमान के समीकरण को  $z = e^{xy} + y^2e^{y-1}$  at  $(0, 1)$

पर खोजें।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



2. (a) When is a set of vectors  $a_1, a_2, \dots, a_n \in \mathbb{R}^n$  said to be linearly dependent?

- (b) Prove that the vectors  $\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$  and  $\begin{pmatrix} 7 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}$  are linearly dependent. (3+5)

- (क) वेक्टर का एक सेट  $a_1, a_2, \dots, a_n \in \mathbb{R}^n$  को रेखिक रूप से निर्भर कब कहा जाता है?

- (ख) साबित करें कि वेक्टर  $\begin{pmatrix} 2 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 4 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \\ 5 \end{pmatrix}$  और  $\begin{pmatrix} 7 \\ 1 \\ 11 \end{pmatrix}$  रेखिक रूप से निर्भर हैं।

3. (a) Show that the following production function has elasticity of substitution 1 everywhere.

$$Y = Ax^\alpha y^\beta, \quad A, \alpha, \beta > 0$$

- (b) The amount  $x$  of some good demanded depends on the price  $p$  of the good and the amount  $a$  the producer spends on research and development of the product:  $x = f(p, a)$ , with  $f'_p(p, a) < 0$  and  $f'_a(p, a) > 0$  for all  $(p, a)$ .

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

The price depends on the weather, measured by the parameter  $w$ , and the tax rate  $t$ :  $p = g(w, t)$ , where  $g'_w(w, t) > 0$  and  $g'_t(w, t) < 0$  for all  $(w, t)$ . The amount spent on R&D depends only on  $t$ :  $a = h(t)$ , with  $h'(t) > 0$ .

If the tax rate increases does the demand for the good necessarily increase or necessarily decrease, or neither? (4+4)

- (क) दिखाएं कि निम्नलिखित उत्पादन फलन में प्रतिस्थापन 1 की हर जगह लोच है।

$$Y = Ax^\alpha y^\beta, A, \alpha, \beta > 0$$

- (ख) कुछ वस्तुओं की मात्रा  $x$  वस्तु की कीमत  $p$  पर निर्भर करती है और निर्माता उत्पाद के अनुसंधान और विकास पर स्वर्च करता है:  $x = f(p, a)$ ,  $f'_p(p, a) < 0$  के साथ और  $f'_a(p, a) > 0$  सभी  $(p, a)$  के लिए।

मूल्य मौसम पर निर्भर करता है, पैरामीटर  $w$  द्वारा मापा जाता है, और कर की दर  $t$ :  $p = g(w, t)$ , जहाँ  $g'_w(w, t) > 0$  और  $g'_t(w, t) < 0$  सभी  $(w, t)$  के लिए।

R&D पर स्वर्च की गई राशि केवल  $t$ :  $a = h(t)$ ,  $h'(t) > 0$  के साथ निर्भर करती है। यदि कर की दर बढ़ जाती है तो क्या वस्तु की माँग आवश्यक रूप से बढ़ती है या अनिवार्य रूप से घटती है, या नहीं?



4. (a) Define the rank of a matrix.

(b) Find the rank of the following matrix for various values of  $p$  and  $q$  :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & p & 7 & q \\ 4 & 2 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad (2+6)$$

(क) एक मैट्रिक्स के रैंक को परिभाषित करें।

(ख)  $p$  और  $q$  के विभिन्न मूल्यों के लिए निम्नलिखित मैट्रिक्स का रैंक खोजें :

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 & 1 \\ 2 & p & 7 & q \\ 4 & 2 & 2 & 3 \end{pmatrix}$$

5. (a) Find the equation of a hyperplane through the origin in the direction of the vectors  $(1, 2, 2)$  and  $(4, 1, -1)$ . Where does the above plane intersect the line given by

$$x_1 = -t + 2, x_2 = 2t - 1 \text{ and } x_3 = t + 3$$

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

(b) Let there exist a non-null vector  $x$  such that

$$Ax = \lambda x, \text{ where } A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 0 \end{pmatrix} \text{ and } \lambda \in \mathbb{R}. \text{ Find}$$

$\lambda \in \mathbb{R}$  and compute  $A^{10}x$  for each value of  $\lambda$  and the associated  $x$ . (4+4)

(क) वेक्टर  $(1, 2, 2)$  और  $(4, 1, -1)$  की दिशा में मूल के माध्यम से एक हाइपरप्लेन का समीकरण खोजें। उपरोक्त तल द्वारा दी गई रेखा को  $x_1 = -t + 2$ ,  $x_2 = 2t - 1$  और  $x_3 = t + 3$  कहाँ काटता है?

(ख) चलो एक गैर-शून्य वेक्टर  $x$  मौजूद है जैसे कि  $Ax = \lambda x$ ,

जहाँ  $A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 0 \end{pmatrix}$  है और  $\lambda \in \mathbb{R}$ ।  $\lambda \in \mathbb{R}$  खोजें और  $\lambda$  संबंधित  $x$  के प्रत्येक मान के लिए  $A^{10}x$  की गणना करें।

6. (a) For the following function defined on  $\mathbb{R}^2$ , find the critical points and classify them as maxima, minima, saddle:

$$f(x, y) = 3x^4 + 3x^2y - y^3$$

(b) Let  $f(x_1, x_2) = x^3 + 2x_1^2 + 2x_1x_2 + \frac{1}{2}x_2^2 - 8x_1 - 2x_2 - 8$ .

Find the set of ordered pairs of  $(x_1, x_2)$  for which

$f$  is convex, if any.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

(4+4)

KALINDI COLLEGE LIBRARY



- (क) आर  $R^2$  पर परिभाषित निम्नलिखित कार्यों के लिए, महत्वपूर्ण बिंदु खोजें और उन्हें अधिकतम, न्यूनतम, सैडल के रूप में वर्गीकृत करें :

$$f(x, y) = 3x^4 + 3x^2y - y^3$$

(ख)  $f(x_1, x_2) = x^3 + 2x_1^2 + 2x_1x_2 + \frac{1}{2}x_2^2 - 8x_1 - 2x_2 - 8$

$(x_1, x_2)$  के क्रमित युग्मों का समुच्चय ज्ञात कीजिए जिसके लिए  $f$  उत्तल है, यदि कोई हो।

### SECTION B

Attempt any **three** of the following questions. ( $3 \times 10 = 30$ )

निम्नलिखित में से किन्हीं तीन प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

7. (a) Consider the system of equations :

$$x + 2y + z = 5$$

$$3x^2yz = 12$$

Show that the 3 variables can be divided into two sets  $\{x \text{ and } (y, z)\}$  or  $\{z \text{ and } (x, y)\}$  of 1 exogenous and 2 endogenous variables in a neighbourhood of  $x=2, y=1, z=1$  so that the Implicit Function Theorem

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

is applicable. If the exogenous variable increases by 0.25, estimate the change in each of the endogenous variables for either case.

- (b) An insect is crawling on a hot surface the temperature of which at the point  $x$  units to the right of the lower left corner and  $y$  units up from the lower left corner is given by

$$T(x,y) = 100 - x^2 - 3y^3$$

If the insect is at the point  $(2,1)$ , in what direction should it move to cool off the fastest? How fast will the temperature drop in this direction?

(5+5)

- (क) समीकरणों की प्रणाली पर विचार करें :

$$x + 2y + z = 5$$

$$3x^2 yz = 12$$

दिखाएं कि 3 चरों को  $x=2$ ,  $y=1$ ,  $z=1$  के पड़ोस में 1 बहिर्जात और 2 अंतर्जात चर के दो सेट  $\{x \text{ और } (y,z)\}$  या  $\{z \text{ और } (x,y)\}$  में विभाजित किया जा सकता है, ताकि इम्प्लिसिट फंक्शन प्रमेय लागू हो। यदि बहिर्जात चर 0.25 से बढ़ जाता है, तो किसी भी मामले के लिए प्रत्येक अंतर्जात चर में परिवर्तन का अनुमान लगाएं।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(ख) एक कीट एक गर्म सतह पर रेंग रहा है, जिसका तापमान निचले बाएँ कोने के दाई ओर बिंदु  $x$  इकाई और निचले बाएँ कोने से  $y$  इकाई ऊपर  $T(x,y) = 100 - x^2 - 3y^3$  द्वारा दिया जाता है।

यदि कीट बिंदु  $(2,1)$  पर है, तो उसे सबसे तेजी से ठंडा होने के लिए किस दिशा में जाना चाहिए? इस दिशा में तापमान कितनी तेजी से गिरेगा?

8. (a) Let  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 \\ -4 & 2 & -6 \\ -3 & -2 & -7 \end{pmatrix}$  and  $b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$ . Is the

equation  $Ax = b$  consistent for all possible values of  $b_1$ ,  $b_2$  and  $b_3$ ?

(b) Any square matrix is said to be lower triangular if all the elements above the main diagonal are zeros. For any  $3 \times 3$  lower triangular matrix, find out a necessary condition under which it is invertible. Show that its inverse is also lower triangular. (5+5)

(क) चलो  $A = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 \\ -4 & 2 & -6 \\ -3 & -2 & -7 \end{pmatrix}$  और  $b = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix}$ । क्या

समीकरण  $Ax = b$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  और  $b_3$  के सभी संभावित मानों के लिए संगत है?

(ख) किसी भी वर्ग मैट्रिक्स को निचला त्रिकोणीय कहा जाता है यदि मुख्य विकर्ण के ऊपर के सभी तत्व शून्य हैं। किसी भी  $3 \times 3$  निचले त्रिकोणीय मैट्रिक्स के लिए, एक आवश्यक स्थिति का पता लगाएं जिसके तहत यह व्युत्क्रमणीय है। दर्शाइए कि इसका प्रतिलोम भी निम्न त्रिभुजाकार है।

9. (a) Determine whether the function  $f(x,y) = ye^{-x}$  is quasiconcave for the region in which  $x \geq 0$  and  $y \geq 0$ .

(b) A company produces two goods, butter and jelly and sells them at prices Rs.2 per kg for butter and Rs.3 per kg for jelly. The cost of production of  $x$  kgs of butter and  $y$  kgs of jelly is

$$C(x, y) = x^2 + 3xy + y^2.$$

How much butter and jelly should the company produce to get the maximum profit? (5+5)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(क) निर्धारित करें कि फलन  $f(x, y) = ye^{-x}$  उस क्षेत्र के लिए क्रैसिकोनकेव है जिसमें  $x \geq 0$  और  $y \geq 0$  है।

(ख) एक कंपनी दो सामान, मक्खन और जेली का उत्पादन करती है और उन्हें मक्खन के लिए 2 रुपये प्रति किलोग्राम और जेली के लिए 3 रुपये प्रति किलोग्राम की कीमत पर बेचती है।  $x$  किग्रा मक्खन और  $y$  किग्रा जेली की उत्पादन लागत है

$$C(x, y) = x^2 + 3xy + y^2$$

अधिकतम लाभ प्राप्त करने के लिए कंपनी को कितना मक्खन और जेली का उत्पादन करना चाहिए?

10. Consider the function  $f(x, y) = ax^2y + bxy + 2xy^2 + c$ .

(a) Determine values of the constants  $a$ ,  $b$ , and  $c$  such that  $f$  has a local minimum at the point  $(2/3, 1/3)$  with local minimum value of  $-\frac{1}{9}$ .

(b) With the values of  $a$ ,  $b$ , and  $c$  found in part (a), find the maximum and minimum values of  $f$  over the set  $S = \{(x, y) : x \geq 0, y \geq 0, 2x + y \leq 4\}$ .

(5+5)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

फलन  $f(x, y) = ax^2y + bxy + 2xy^2 + c$  पर विचार कीजिए।

(क) स्थिरांक  $a$ ,  $b$ , और  $c$  के मान निर्धारित करें जैसे कि  $f$  का

स्थानीय न्यूनतम बिंदु  $(2/3, 1/3)$  पर  $-\frac{1}{9}$  के स्थानीय न्यूनतम मान के साथ है।

(ख) भाग (a) में पाए गए  $a$ ,  $b$  और  $c$  के मूल्यों के साथ, सेट

$S = \{(x, y) : x \geq 0, y \geq 0, 2x + y \leq 4\}$  पर  $f$  के अधिकतम और न्यूनतम मान खोजें।

### SECTION C

Attempt any **two** of the following questions.  $(2 \times 10 = 20)$

निम्नलिखित में से किन्हीं दो प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

11. (a) A matrix  $P$  is said to be orthogonal if  $P'P = I$ .

Prove that a necessary condition for an orthogonal matrix is that any two different columns of this matrix are orthogonal.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



(b) Find the values of  $k$  for which the following system of equations:

$$2x + ky + z = 2$$

$$4x + 2ky + kz = 4$$

$$x + 2y + 3z = 6$$

has a unique solution, no solution or infinitely many solutions. (5+5)

(क) एक मैट्रिक्स  $P$  को ऑर्थोगोनल कहा जाता है यदि  $P'P = I$ । साबित करें कि ऑर्थोगोनल मैट्रिक्स के लिए एक आवश्यक शर्त यह है कि इस मैट्रिक्स के दो अलग-अलग कॉलम ऑर्थोगोनल हैं।

(ख)  $k$  के वे मान ज्ञात कीजिए जिनके लिए समीकरणों की निम्नलिखित प्रणाली :

$$2x + ky + z = 2$$

$$4x + 2ky + kz = 4$$

$$x + 2y + 3z = 6$$

एक अद्वितीय समाधान है, कोई समाधान नहीं है या अपरिमित रूप से कई समाधान हैं।

12. (a) The production function of a firm is  $x^a y^b$ . Its current level of inputs is  $x=25$  and  $y=100$  and currently  $a = b = 0.5$ . The firm adopts a new technology that changes  $b$  to 0.504 with no change in  $a$ . Estimate the input combination which will keep the total output the same and the sum of inputs the same. Use the following system of equations:

$$a \ln x + b \ln y = \ln z; \quad x + y = 125$$

- (b) Is the sum of two homogeneous functions necessarily homogeneous? Is the product of two homogeneous functions necessarily homogeneous? Prove or provide a counter example. (Note: The degree of homogeneity of the two functions is not necessarily equal). (5+5)

- (क) एक फर्म का उत्पादन फलन  $x^a y^b$  है। इसके इनपुट का वर्तमान स्तर  $x=25$  और  $y=100$  है और वर्तमान में  $a = b = 0.5$  है। फर्म एक नई तकनीक को अपनाती है जो  $a$  में बिना किसी बदलाव के  $b$  से 0.504 में बदल जाती है। इनपुट संयोजन का अनुमान लगाएं जो कुल आउटपुट को समान रखेगा और इनपुट का योग समान रखेगा। समीकरणों की निम्नलिखित प्रणाली का प्रयोग करें :

$$a \ln x + b \ln y = \ln z; \quad x + y = 125$$



- (ख) क्या दो सजातीय कार्यों का योग आवश्यक रूप से सजातीय है? क्या दो समरूप फलनों का गुणनफल आवश्यक रूप से समरूप है? एक प्रति उदाहरण साबित करें या प्रदान करें। (ध्यान दें: दो कार्यों की एकरूपता की डिग्री आवश्यक रूप से समान नहीं है)।

13. (a) In a competitive market, a firm produces good Q according to the function

$$Q(K, L) = 8K^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{4}}$$

where, K and L are capital and labour respectively. Given the unitary prices of Rs.5 for output and Rs.2 and Rs.10 for inputs, find the optimal values of K and L which maximise the profit  $\pi$ . Also, calculate the maximum profit,  $\pi$ .

- (b) By drawing diagrams (or by making precise algebraic arguments), determine whether the following set is convex.

$$\{(x, y): xy \geq 1\}. \quad (7+3)$$

- (क) प्रतिस्पर्धी बाजार में, एक फर्म कार्य के अनुसार अच्छी Q का उत्पादन करती है

$$Q(K, L) = 8K^{\frac{1}{2}}L^{\frac{1}{4}}$$

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

जहां,  $K$  और  $L$  क्रमशः पूंजी और श्रम हैं। आउटपुट के लिए रु. 5 और इनपुट के लिए रु. 2 और रु. 10 की एकात्मक कीमतों को देखते हुए,  $K$  और  $L$  के इष्टतम मान ज्ञात करें जो लाभ  $\pi$  को अधिकतम करते हैं। साथ ही, अधिकतम लाभ,  $\pi$  की गणना करें।

(ख) आरेख खींचकर (या सटीक बीजगणितीय तर्क बनाकर), यह निर्धारित करें कि निम्नलिखित सेट उत्तल है या नहीं।

$$\{(x, y): xy \geq 1\}.$$



[This question paper contains 32 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 5239

H

Unique Paper Code : 2272101203

Name of the Paper : Intermediate Statistics for Economics

Name of the Course : B.A. (H) Economics DSC

Semester : II

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. All questions within each section are to be answered in a contiguous manner on the answer sheet. Start each question on a new page, and all subparts of a question should follow one after the other.
3. All intermediate calculations should be rounded off to 3 decimal places. The values provided in statistical tables should not be rounded off. All final calculations should be rounded off to two decimal places.
4. The use of a simple non-programmable calculator is allowed.
5. Statistical tables are attached for your reference.
6. In all calculations, figures should be rounded to two decimal places.
7. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रत्येक खंड के सभी प्रश्नों के उत्तर पत्रक पर सन्निहित तरीके से दीजिये। प्रत्येक प्रश्न को एक नए पृष्ठ पर प्रारंभ कीजिये, और एक प्रश्न के सभी उपभागों को एक के बाद एक अनुसरण कीजिये।
3. सभी मध्यवर्ती गणनाओं को 3 दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित किया जाना चाहिए। सांख्यिकीय तालिकाओं में प्रदान किए गए मानों को गोल नहीं किया जाना चाहिए। सभी अंतिम गणनाओं को दो दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित किया जाना चाहिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

4. एक साधारण गैर-प्रोग्रामेबल कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
5. सांख्यिकीय टेबल आपके संदर्भ के लिए संलग्न हैं।
6. सभी गणनाओं में, आंकड़ों को दो दशमलव स्थानों पर गोल किया जाना चाहिए।
7. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

### SECTION I

*Do any two questions.*

*किन्हीं दो प्रश्नों का उत्तर दीजिये।*

1. (a) Suppose  $Y_1$ ,  $Y_2$ , and  $Y_3$  are three normally and independently distributed random variables with expected values  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  and  $\mu_3$ , and variances  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$ , and  $\sigma_3^2$ , respectively. If  $\mu_1 = 25$ ,  $\mu_2 = 45$ ,  $\mu_3 = 50$ ,  $\sigma_1^2 = 10$ ,  $\sigma_2^2 = 15$ , and  $\sigma_3^2 = 20$ , calculate  $P(45 \leq \bar{Y} \leq 47)$  where  $\bar{Y} = (Y_1 + Y_2 + Y_3)/3$ .
- (b) The time taken by a randomly selected job applicant to fill out a certain form has a normal distribution with mean value 12 minutes and variance 4 minutes<sup>2</sup>. If six individuals fill out a form on one day and seven on another, find the probability that the sample average amount of time taken on each day is at most 13 minutes. (5+5)

(अ) मान लीजिए कि  $Y_1$ ,  $Y_2$ , और  $Y_3$  तीन सामान्य रूप से और स्वतंत्र रूप से वितरित यादृच्छिक चर हैं जिनके अपेक्षित मूल्य  $\mu_1$ ,  $\mu_2$  और  $\mu_3$  हैं, और क्रमशः  $\sigma_1^2$ ,  $\sigma_2^2$ , और  $\sigma_3^2$  हैं। यदि  $\mu_1 = 25$ ,  $\mu_2 = 45$ ,  $\mu_3 = 50$ ,  $\sigma_1^2 = 10$ ,  $\sigma_2^2 = 15$ , और  $\sigma_3^2 = 20$  हैं, तो  $P(45 \leq \bar{Y} \leq 47)$  की गणना कीजिए जहाँ  $\bar{Y} = (Y_1 + Y_2 + Y_3)/3$ ।



- (ब) एक निश्चित फॉर्म को भरने के लिए यादृच्छिक रूप से चयनित नौकरी आवेदक द्वारा लिया गया समय 12 मिनट के औसत मूल्य और 4 मिनट<sup>2</sup> के विचरण के साथ एक सामान्य वितरण है। यदि एक दिन छह व्यक्ति एक फॉर्म भरते हैं और दूसरे दिन सात व्यक्ति, तो प्रायिकता ज्ञात कीजिए कि प्रत्येक दिन लिया गया नमूना औसत समय अधिक से अधिक 13 मिनट का है।

2. Suppose a certain bike has four models (model 1, model 2, model 3, and model 4). If  $Y$  denotes a randomly selected bike purchase, then the probability mass function (pmf) of  $Y$  is given as below :

|        |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| $Y$    | 1   | 2   | 3   | 4   |
| $P(y)$ | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.3 |

Suppose a random sample of two customers is selected.

- (i) Obtain the sampling distribution of  $\bar{Y}$ .

- (ii) Calculate  $P(\bar{Y} \leq 1.5)$  and  $P(2 \leq \bar{Y} < 3.5)$ .

(5+5)

मान लीजिए कि किसी बाइक के चार मॉडल हैं (मॉडल 1, मॉडल 2, मॉडल 3 और मॉडल 4) यदि  $Y$  यादृच्छिक रूप से चयनित बाइक खरीद को दर्शाता है, तो  $Y$  का प्रायिकता द्रव्यमान फलन (pmf) नीचे दिया गया है :

दो ग्राहकों के यादृच्छिक नमूने पर विचार कीजिए।

|        |     |     |     |     |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| $Y$    | 1   | 2   | 3   | 4   |
| $P(y)$ | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.3 |

(i)  $\bar{Y}$  का नमूना वितरण प्राप्त कीजिए।

(ii)  $P(\bar{Y} \leq 1.5)$  और  $P(2 \leq \bar{Y} < 3.5)$  की गणना कीजिए, जब दो ग्राहकों का एक यादृच्छिक नमूना चुना जाता है।

3. Let  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{35}$  be a random sample from a distribution with mean ( $\mu$ ) 7.9 and variance ( $\sigma^2$ ) 4.2. If  $Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{35}$

(a) Calculate  $P(277.5 \leq Y \leq 279.7)$ .

(b) If the sample size changes to 32, could the probability of part (a) be calculated from the given information. If yes, find the probability and if not, why? Will your answer change if the sample size is 25 instead of 32? Explain. (5+5)

मान लीजिए कि  $Y_1, Y_2, \dots, Y_{35}$  माध्य ( $\mu$ ) 7.9 और प्रसरण ( $\sigma^2$ ) 4.2 वाले वितरण से एक यादृच्छिक नमूना है। यदि  $Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{35}$

(अ)  $P(277.5 \leq Y \leq 279.7)$  की गणना कीजिए।

(ब) यदि नमूना आकार 32 में बदल जाता है, तो क्या दी गई जानकारी से भाग (ए) की संभावना की गणना की जा सकती है। यदि हाँ, तो प्रायिकता ज्ञात कीजिए और यदि नहीं, तो क्यों? यदि नमूना आकार 32 के बजाय 25 है तो क्या आपका उत्तर बदल जाएगा? व्याख्या कीजिए।



## SECTION II

*Attempt any three questions.*

*किन्हीं तीन प्रश्नों का उत्तर दीजिये।*

4. Let the fracture strengths (MPa) of ceramic bars be normally distributed with average fracture strength  $\mu$  and standard deviation  $\sigma$ . A sample of 10 ceramic bars is found to have an average strength of 70 MPa and standard deviation (s) 2.3 MPa.
- (a) Obtain a two-sided confidence interval for true average fracture strength, when the level of significance is 1%. Which distribution would you use to obtain the critical values for the confidence interval and why?
- (b) Calculate a two-sided confidence interval for the population standard deviation when the significance level is 5%. (5+5)

सिरेमिक सलाखों की फ्रेक्चर ताकत (एमपीए) को सामान्य रूप से औसत फ्रेक्चर ताकत  $\mu$  और मानक विचलन  $\sigma$  के साथ वितरित किया जाना चाहिए। 10 सिरेमिक छड़ों के एक नमूने में औसत सामर्थ्य 70 एमपीए और मानक विचलन (s) 2.3 एमपीए पाया गया है।

- (अ) सही औसत फ्रेक्चर ताकत के लिए दो तरफा विश्वास अंतराल प्राप्त कीजिए, जब महत्व का स्तर 1% है। कॉन्फिडेंस इंटरवल के लिए महत्वपूर्ण मान प्राप्त करने के लिए आप किस वितरण का उपयोग करेंगे और क्यों?
- (ब) जनसंख्या मानक विचलन के लिए दो तरफा विश्वास अंतराल की गणना कीजिए जब महत्व स्तर 5% हो।

5. (a) Let  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  be a random sample from a uniform distribution on the interval  $(\theta-1, \theta+1)$ , where  $\theta$  can be any finite real number. Find the moment estimator of  $\theta$ . If sample size is 4 and  $Y_1 = 2.7, Y_2 = 1.2, Y_3 = 3.9, Y_4 = 2.3$ , find the moment estimate of  $\theta$ .

(b) Let  $Y_1, Y_2$ , and  $Y_3$  be a random sample from a normal distribution where both population mean  $\mu$  and standard deviation  $\sigma$  are unknown. Which of the following is an unbiased and more efficient estimator for  $\mu$ ?

$$\widehat{\mu}_1 = \frac{1}{4}Y_1 + \frac{1}{2}Y_2 + \frac{1}{4}Y_3 \qquad \widehat{\mu}_2 = \frac{1}{3}Y_1 + \frac{1}{3}Y_2 + \frac{1}{3}Y_3 \qquad (5+5)$$

(अ) मान लीजिये  $Y_1, Y_2, \dots, Y_n$  अंतराल  $(\theta-1, \theta+1)$  पर एक समान वितरण से एक यादृच्छिक नमूना है, जहाँ  $\theta$  कोई परिमित वास्तविक संख्या हो सकती है।  $\theta$  का आघूर्ण अनुमानक ज्ञात कीजिए। यदि नमूना आकार 4 है और  $Y_1 = 2.7, Y_2 = 1.2, Y_3 = 3.9, Y_4 = 2.3$  है, तो  $\theta$  का आघूर्ण अनुमान ज्ञात कीजिए।

(ब) मान लीजिये  $Y_1, Y_2$ , और  $Y_3$  सामान्य वितरण से यादृच्छिक नमूना हैं जहाँ जनसंख्या औसत  $\mu$  और मानक विचलन  $\sigma$  दोनों अज्ञात हैं। निम्नलिखित में से कोन  $\mu$  के लिए एक निष्पक्ष और अधिक कुशल अनुमानक है?

$$\widehat{\mu}_1 = \frac{1}{4}Y_1 + \frac{1}{2}Y_2 + \frac{1}{4}Y_3 \qquad \widehat{\mu}_2 = \frac{1}{3}Y_1 + \frac{1}{3}Y_2 + \frac{1}{3}Y_3$$

5. (a) Suppose that  $X_1, X_2, \dots, X_n$  be a random sample with the following pdf

$$f(x; \beta) = \frac{x^3 e^{-x/\beta}}{6\beta^4} \text{ for } x \geq 0$$

Find out the Maximum Likelihood Estimators for  $\beta$  if a random sample of size 3 yielded the measurements 2.3, 1.9, and 4.6.



- (b) The mean of a random sample of 64 observations is 160. Assuming a population standard deviation of 10, how many additional observations are required so that the half width of the confidence interval for true population mean ( $\mu$ ) is 1.4 assuming a confidence level of 95%? (5+5)

- (अ) मान लीजिए कि  $X_1, X_2, \dots, X_n$  निम्नलिखित पीडीएफ के साथ एक यादृच्छिक नमूना है

$$f(x; \beta) = \frac{x^3 e^{-x/\beta}}{6\beta^4} \text{ for } x \geq 0$$

$\beta$  के लिए अधिकतम संभावना अनुमानक खोजिये यदि आकार 3 के एक यादृच्छिक नमूने ने माप 2.3, 1.9 और 4.6 प्राप्त किए।

- (ब) 64 अवलोकनों के एक यादृच्छिक नमूने का मतलब 160 है। 10 के जनसंख्या मानक विचलन को मानते हुए, कितने अतिरिक्त अवलोकनों की आवश्यकता है ताकि वास्तविक जनसंख्या माध्य ( $\mu$ ) के अनुमान की त्रुटि पर बाध्यता 1.4 हो, एक विश्वास मानते हुए 95% का स्तर?

7. (a) A random sample of 700 units from a large consignment showed that 200 were damaged. Estimate the true average proportion of damaged units in the consignment in a way that conveys information about precision and reliability. (Assume 95% level of confidence)
- (b) A random sample of 10 bags of nitrogen fertilizers gives a sample mean of 40 kg and sample standard deviation of 6 kg. If the investigator surveying these bags wants to be 99% confident that the population mean weight ( $\mu$ ) does not exceed "d", what would "d" be? (Assume population distribution to be normal). (5+5)

- (अ) एक बड़ी स्वेप से 700 इकाइयों का एक यादृच्छिक नमूना दिखाता है कि 200 इकाइयाँ क्षतिग्रस्त हो गईं। स्वेप में क्षतिग्रस्त इकाइयों के वास्तविक औसत अनुपात का इस तरह से अनुमान लगाएं जो सटीकता और विश्वसनीयता के बारे में जानकारी देता है। (95% आत्मविश्वास का स्तर मान लीजिए)
- (ब) नाइट्रोजन उर्वरकों के 10 बैग का एक यादृच्छिक नमूना 40 किलो का नमूना माध्य और 6 किलो का नमूना मानक विचलन देता है। यदि इन बैगों का सर्वेक्षण करने वाला अन्वेषक 99% आश्वस्त होना चाहता है कि जनसंख्या माध्य भार ( $\mu$ ) "d" से अधिक नहीं है, तो "d" क्या होगा? (जनसंख्या वितरण को सामान्य मान लीजिए)।

### Section III

*Attempt any four questions.*

*किन्हीं चार प्रश्नों का उत्तर दीजिये।*

8. (a) In a certain type of discolourant, it is very important that a particular solution that is to be used as a reactant have a pH of exactly 8.20. A method for determining pH that is available for solutions of this type is known to give measurements that are normally distributed with a mean equal to the actual pH and with a standard deviation of .02. Suppose 10 independent measurements yielded the following pH values :

|      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 8.18 | 8.17 | 8.16 | 8.15 | 8.17 | 8.21 | 8.22 | 8.16 | 8.9 | 8.18 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|

- (i) Which test statistic would be used and why?
- (ii) What conclusion can be drawn at the  $\alpha = .10$  level of significance using the p-value approach?



- (b) Using the 90% confidence interval, for the mean labour time ( $\mu$ ), following information is obtained :

| N  | Sample Mean | Sample Standard Deviation | 90% Confidence Interval |
|----|-------------|---------------------------|-------------------------|
| 52 | 1.86462     | 1.24992                   | (1.574, 2.155)          |

- (i) Decide whether or not to reject  $H_0: \mu = 1.6$  in favour of  $H_1: \mu \neq 1.6$  at  $\alpha = 0.10$ .
- (ii) What is your decision in part (i) if level of significance  $\alpha = 0.05$ ?
- (iii) Based on the example what is the relationship between tests for two-sided alternatives and confidence intervals? (5+5)
- (अ) एक निश्चित प्रकार के विरंजक में, यह बहुत महत्वपूर्ण है कि एक विशेष समाधान जिसे अभिकारक के रूप में उपयोग किया जाना है, उसका pH बिल्कुल 8.20 होना चाहिए। इस प्रकार के समाधान के लिए उपलब्ध pH को निर्धारित करने के लिए एक विधि को माप देने के लिए जाना जाता है जो सामान्य रूप से वास्तविक pH के बराबर माध्य और .02 के मानक विचलन के साथ वितरित किया जाता है। मान लीजिए कि 10 स्वतंत्र मापों से निम्नलिखित pH मान प्राप्त होते हैं :

|      |      |      |      |      |      |      |      |     |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| 8.18 | 8.17 | 8.16 | 8.15 | 8.17 | 8.21 | 8.22 | 8.16 | 8.9 | 8.18 |
|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|

- (i) कौन से परीक्षण ऑकड़ों का उपयोग किया जाएगा और क्यों?
- (ii) पी-वैल्यू दृष्टिकोण का उपयोग करके  $\alpha = .10$  स्तर के महत्व पर क्या निष्कर्ष निकाला जा सकता है?

- (ब) 90% विश्वास अंतराल का उपयोग करते हुए, औसत श्रम समय ( $\mu$ ) के लिए, निम्नलिखित जानकारी प्राप्त की जाती है :

| N  | Sample Mean | Sample Standard Deviation | 90% Confidence Interval |
|----|-------------|---------------------------|-------------------------|
| 52 | 1.86462     | 1.24992                   | (1.574, 2.155)          |

(i) तय कीजिए कि  $H_0: \mu = 1.6$  को अस्वीकार करना है या नहीं  $H_1: \mu \neq 1.6$  के पक्ष में जब  $\alpha = 0.10$  है।

(ii) भाग (i) में आपका निर्णय क्या है यदि स्तर के महत्व  $\alpha = 0.05$  है?

(iii) उदाहरण के आधार पर दो तरफा विकल्पों और विश्वास अंतराल के लिए परीक्षणों के बीच क्या संबंध है?

9. (a) It is desired to test the null hypothesis  $\mu = 30$  minutes against the alternative hypothesis  $\mu < 30$  minutes on the basis of the time taken by a newly developed oven for  $n = 50$  cakes baked. The population has  $\sigma = 5$  minutes. For what values of  $\bar{X}$  must the null hypothesis be rejected if the probability of a Type I error is to be  $\alpha = 0.05$ ?
- (b) Environment experts need to be able to detect small amounts of pollutants in the environment which usually shows average lead content in the water to be  $2.25 (\mu\text{g/L})$ . However, experts express concern about spiked concentration of lead in the water. As a check on current capabilities, measurements of lead content are taken from twelve water specimens



|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2.4 | 2.9 | 2.7 | 2.6 | 2.9 | 2.0 | 2.8 | 2.2 | 2.4 | 2.4 | 2.0 | 2.5 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

Is there strong enough evidence to support the concern of the experts?  
Conduct the test at 0.025 level of significance. (5+5)

(अ) शून्य परिकल्पना  $\mu = 30$  मिनट के खिलाफ वैकल्पिक परिकल्पना  $\mu < 30$  मिनट का परीक्षण करने के लिए एक नए विकसित ओवन द्वारा  $n = 50$  केक बेक किए जाने में लगने वाले समय के आधार पर वांछित है। जनसंख्या में  $\sigma = 5$  मिनट है। यदि टाइप I त्रुटि की प्रायिकता  $\alpha = 0.05$  है, तो  $\bar{X}$  के किन मानों के लिए शून्य परिकल्पना को अस्वीकार किया जाना चाहिए? (5+5)

(ब) पर्यावरण विशेषज्ञों को पर्यावरण में प्रदूषकों की थोड़ी मात्रा का पता लगाने में सक्षम होने की आवश्यकता है जो आमतौर पर पानी में औसत सीसा सामग्री  $2.25 (\mu\text{g/L})$  दिखाता है। हालांकि, विशेषज्ञ पानी में लेड की मात्रा बढ़ने को लेकर चिंता जताते हैं। वर्तमान क्षमताओं की जांच के रूप में, सीसे की मात्रा का माप बारह जल नमूनों से लिया जाता है

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2.4 | 2.9 | 2.7 | 2.6 | 2.9 | 2.0 | 2.8 | 2.2 | 2.4 | 2.4 | 2.0 | 2.5 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

क्या विशेषज्ञों की चिंता का समर्थन करने के लिए पर्याप्त पुख्ता सबूत हैं? परीक्षण को 0.025 सार्थकता स्तर पर आयोजित कीजिए।

10. (a) Breakthroughs by one research group result in the summary statistics for the stress (MPa) of synthetic silk fibers, where  $\bar{x}$  and  $\bar{y}$  are the sample means for small and large diameter respectively and  $s_1$  and  $s_2$  are the respective sample standard deviations.

Small diameter  $n = 7$        $\bar{x} = 123.0$        $s_1 = 15.0$

Large diameter  $n = 6$        $\bar{y} = 92.0$        $s_2 = 21.0$

Use the 0.05 level of significance to test the claim that mean stress is largest for the small diameter fibers. Assume that both sampled populations have normal distributions with the same variance.

- (b) Data indicates that the variance of measurements made through stampings by experienced quality-control inspectors is  $0.18 \text{ (inch)}^2$ . Such measurements made by an inexperienced inspector could have too large a variance (perhaps because of inability to read instruments properly) or too small a variance (perhaps because unusually high or low measurements are discarded). If a new inspector measures 31 stampings with a variance of  $0.13 \text{ (inch)}^2$ , test at the 0.05 level of significance whether the inspector is making satisfactory measurements. Assume normality. (5+5)

- (अ) सिंथेटिक रेशम फाइबर के तनाव (एमपीए) के लिए सारांश आंकड़ों में एक शोध समूह द्वारा सफलताओं का परिणाम है, जहां  $\bar{x}$  और  $\bar{y}$  क्रमशः छोटे और बड़े व्यास के लिए नमूना साधन हैं और  $s_1$  और  $s_2$  संबंधित नमूना मानक विचलन हैं।

छोटा व्यास  $n = 7$        $\bar{x} = 123.0$        $s_1 = 15.0$

बड़ा व्यास  $n = 6$        $\bar{y} = 92.0$        $s_2 = 21.0$

इस दावे का परीक्षण करने के लिए 0.05 स्तर के महत्व का उपयोग कीजिए कि छोटे व्यास के तंतुओं के लिए औसत तनाव सबसे बड़ा है। मान लीजिए कि दोनों नमूना आबादी में समान भिन्नता के साथ सामान्य वितरण होता है।



- (ब) डेटा दर्शाता है कि अनुभवी गुणवत्ता नियंत्रण निरीक्षकों द्वारा मुद्रांकन के माध्यम से किए गए मापों का अंतर  $0.18$  (इंच)<sup>2</sup> है। एक अनुभवहीन निरीक्षक द्वारा किए गए, ऐसे मापों में बहुत बड़ा विचरण हो सकता है (शायद उपकरणों को ठीक से पढ़ने में असमर्थता के कारण) या बहुत छोटा विचरण (शायद इसलिए कि असामान्य रूप से उच्च या निम्न मापों को छोड़ दिया जाता है)। यदि एक नया निरीक्षक  $0.13$  (इंच)<sup>2</sup> के विचरण के साथ 31 स्टाम्पिंग को मापता है, तो  $0.05$  स्तर के महत्व पर परीक्षण कीजिए कि क्या निरीक्षक संतोषजनक माप कर रहा है। सामान्यता मान लीजिए।

11. (a) A research group is making great advances using a new type of anode and they claim that the mean life is greater than 1600 recharge cycles. To support this claim, they create 50 new batteries and subject them to recharge cycles until they fail. The claim will be established if the sample mean lifetime is greater than 1660 cycles. Otherwise, the claim will not be established and further improvements are needed. Let standard deviation  $\sigma = 192$ , and level of significance  $\alpha = 0.03$ . Find the dividing line of the test criterion.
- (b) Find the probability of Type II errors for the values of true population mean  $\mu = 1620, 1660, 1700, 1740$  and  $1760$ . Also find the power of test in each case. Do you observe a relationship between alternative mean and probability of type II error? (5+5)

- (अ) एक शोध समूह एक नए प्रकार के एनोड का उपयोग करके काफी प्रगति कर रहा है और उनका दावा है कि औसत जीवन 1600 रिचार्ज चक्रों से अधिक है। इस दावे का समर्थन करने के लिए, वे 50 नई बैटरी बनाते हैं और जब तक वे विफल नहीं हो जाते तब तक उन्हें रिचार्ज चक्र के अधीन रखा जाता है। यदि नमूना औसत जीवनकाल 1660 चक्रों से अधिक है तो दावा स्थापित किया जाएगा। अन्यथा, दावा स्थापित नहीं होगा और आगे सुधार की आवश्यकता है। मान लीजिए मानक विचलन  $\sigma = 192$  है, और स्तर का महत्व  $\alpha = 0.03$  है। परीक्षण कसौटी की विभाजक रेखा ज्ञात कीजिए।

- (ब) वास्तविक जनसंख्या का मतलब  $\mu = 1620, 1660, 1700, 1740$  और  $1760$  के मानों के लिए टाइप II त्रुटियों की संभावना का पता लगाएं। प्रत्येक मामले में परीक्षण की शक्ति भी पाएं। क्या आप वैकल्पिक माध्य और प्रकार II त्रुटि की प्रायिकता के बीच संबंध देखते हैं?

12. (a) Incidence of Pneumonia statistics reported that 35 of 80 randomly selected cases test positive for bacterial pneumonia, whereas 66 of 80 cases tested positive for viral pneumonia. Does it appear that the true proportion of bacterial pneumonia cases differs from that for the viral pneumonia? Carry out a test of hypotheses using a significance level .01 by obtaining a p-value.
- (b) It is observed that municipal sewer pipeline networks across the country is deteriorating. One technology is proposed for pipeline rehabilitation through a tougher and flexible liner through use of chemical in the existing pipe. The following data on tensile strength (psi) of liner specimens both when a certain chemical was used and when this chemical was not used is given where  $\bar{x}$  and  $\bar{y}$  are the sample means for and  $s_1$  and  $s_2$  are the respective sample standard deviations.

No chemical:  $m = 10$        $\bar{x} = 2902.8$      $s_1 = 277.3$

Chemical Used:  $n = 8$        $\bar{y} = 3108.1$      $s_2 = 205.9$

Does the data suggest that the standard deviation of the chemical used sample is smaller than that for no chemical sample? Carry out a test at significance level .01.

(5+5)



निमोनिया के आँकड़ों की घटना ने बताया कि 80 में से 35 चयनित मामलों में बैक्टीरियल निमोनिया के लिए सकारात्मक परीक्षण किया गया, जबकि 80 में से 66 मामलों में वायरल निमोनिया के लिए सकारात्मक परीक्षण किया गया। क्या ऐसा प्रतीत होता है कि बैक्टीरियल निमोनिया के मामलों का सही अनुपात वायरल निमोनिया के मामलों से अलग है? एक पी-वैल्यू प्राप्त करके एक महत्व स्तर .01 का उपयोग करके परिकल्पना का परीक्षण कीजिए।

(ब) यह देखा गया है कि पूरे देश में नगरपालिका सीवर पाइपलाइन नेटवर्क खराब हो रहे हैं। मौजूदा पाइप में रसायन के माध्यम से एक कठिन और लचीले लाइनर के द्वारा पाइपलाइन पुनर्वास के लिए एक तकनीक प्रस्तावित है। लाइनर के तन्यता ताकत (पीएसआई) पर निम्नलिखित डेटा दोनों नमूने जब एक निश्चित रसायन का उपयोग किया जाता था और जब इस रसायन का उपयोग नहीं किया जाता था दिया हुआ है जहाँ  $\bar{x}$  और  $\bar{y}$  क्रमशः नमूना साधन हैं और  $s_1$  और  $s_2$  संबंधित नमूना मानक विचलन हैं।

कोई रसायन नहीं :  $m = 10$        $\bar{x} = 2902.8$        $s_1 = 277.3$

रासायनिक प्रयुक्त :  $n = 8$        $\bar{y} = 3108.1$        $s_2 = 205.9$

क्या डेटा बताता है कि इस्तेमाल किए गए रासायनिक नमूने का मानक विचलन बिना किसी रासायनिक नमूने के मानक विचलन से छोटा है? सार्थकता स्तर .01 पर परीक्षण कीजिए।

## A-2 Appendix Tables

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities  
a.  $n = 5$ 

$$B(x; n, p) = \sum_{y=0}^x b(y; n, p)$$

|   | $p$   |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 0.01  | 0.05  | 0.10  | 0.20  | 0.25 | 0.30 | 0.40 | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.99 |
| 0 | .951  | .774  | .590  | .328  | .237 | .168 | .078 | .031 | .010 | .002 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1 | .999  | .977  | .919  | .737  | .633 | .528 | .337 | .188 | .087 | .031 | .016 | .007 | .000 | .000 | .000 |
| 2 | 1.000 | .999  | .991  | .942  | .896 | .837 | .683 | .500 | .317 | .163 | .104 | .058 | .009 | .001 | .000 |
| 3 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .993  | .984 | .969 | .913 | .812 | .663 | .472 | .367 | .263 | .081 | .023 | .001 |
| 4 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .998 | .990 | .969 | .922 | .832 | .763 | .672 | .410 | .226 | .049 |

b.  $n = 10$ 

|   | $p$   |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|   | 0.01  | 0.05  | 0.10  | 0.20  | 0.25  | 0.30  | 0.40  | 0.50 | 0.60 | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.99 |
| 0 | .904  | .599  | .349  | .107  | .056  | .028  | .006  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1 | .996  | .914  | .736  | .376  | .244  | .149  | .046  | .011 | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2 | 1.000 | .988  | .930  | .678  | .526  | .383  | .167  | .055 | .012 | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3 | 1.000 | .999  | .987  | .879  | .776  | .650  | .382  | .172 | .055 | .011 | .004 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| 4 | 1.000 | 1.000 | .998  | .967  | .922  | .850  | .633  | .377 | .166 | .047 | .020 | .006 | .000 | .000 | .000 |
| 5 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .980  | .953  | .834  | .623 | .367 | .150 | .078 | .033 | .002 | .000 | .000 |
| 6 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .996  | .989  | .945  | .828 | .618 | .350 | .224 | .121 | .013 | .001 | .000 |
| 7 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .988  | .945 | .833 | .617 | .474 | .322 | .070 | .012 | .000 |
| 8 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .989 | .954 | .851 | .756 | .624 | .264 | .086 | .004 |
| 9 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .994 | .972 | .944 | .893 | .651 | .401 | .096 |

c.  $n = 15$ 

|    | $p$   |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|    | 0.01  | 0.05  | 0.10  | 0.20  | 0.25  | 0.30  | 0.40  | 0.50  | 0.60  | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.99 |
| 0  | .860  | .463  | .206  | .035  | .013  | .005  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1  | .990  | .829  | .549  | .167  | .080  | .035  | .005  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2  | 1.000 | .964  | .816  | .398  | .236  | .127  | .027  | .004  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3  | 1.000 | .995  | .944  | .648  | .461  | .297  | .091  | .018  | .002  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 4  | 1.000 | .999  | .987  | .836  | .686  | .515  | .217  | .059  | .009  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 5  | 1.000 | 1.000 | .998  | .939  | .852  | .722  | .403  | .151  | .034  | .004 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 6  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .982  | .943  | .869  | .610  | .304  | .095  | .015 | .004 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| 7  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .983  | .950  | .787  | .500  | .213  | .050 | .017 | .004 | .000 | .000 | .000 |
| 8  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .996  | .983  | .905  | .696  | .390  | .131 | .057 | .018 | .000 | .000 | .000 |
| 9  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .996  | .966  | .849  | .597  | .278 | .148 | .061 | .002 | .000 | .000 |
| 10 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .991  | .941  | .783  | .485 | .314 | .164 | .013 | .001 | .000 |
| 11 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .982  | .909  | .703 | .539 | .352 | .056 | .005 | .000 |
| 12 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .973  | .873 | .764 | .602 | .184 | .036 | .000 |
| 13 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .995  | .965 | .920 | .833 | .451 | .171 | .010 |
| 14 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .995 | .987 | .965 | .794 | .537 | .140 |

(continued)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities (cont.)

$$B(x; n, p) = \sum_{y=0}^x b(y; n, p)$$

d.  $n = 20$ 

|          |    | <i>p</i> |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |      |
|----------|----|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
|          |    | 0.01     | 0.05  | 0.10  | 0.20  | 0.25  | 0.30  | 0.40  | 0.50  | 0.60  | 0.70 | 0.75 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.99 |
| <i>x</i> | 0  | .818     | .358  | .122  | .012  | .003  | .001  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 1  | .983     | .736  | .392  | .069  | .024  | .008  | .001  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 2  | .999     | .925  | .677  | .206  | .091  | .035  | .004  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 3  | 1.000    | .984  | .867  | .411  | .225  | .107  | .016  | .001  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 4  | 1.000    | .997  | .957  | .630  | .415  | .238  | .051  | .006  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 5  | 1.000    | 1.000 | .989  | .804  | .617  | .416  | .126  | .021  | .002  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 6  | 1.000    | 1.000 | .998  | .913  | .786  | .608  | .250  | .058  | .006  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 7  | 1.000    | 1.000 | 1.000 | .968  | .898  | .772  | .416  | .132  | .021  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 8  | 1.000    | 1.000 | 1.000 | .990  | .959  | .887  | .596  | .252  | .057  | .005 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
|          | 9  | 1.000    | 1.000 | 1.000 | .997  | .986  | .952  | .755  | .412  | .128  | .017 | .004 | .001 | .000 | .000 | .000 |
|          | 10 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | .999  | .996  | .983  | .872  | .588  | .245  | .048 | .014 | .003 | .000 | .000 | .000 |
|          | 11 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .995  | .943  | .748  | .404  | .113 | .041 | .010 | .000 | .000 | .000 |
|          | 12 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .979  | .868  | .584  | .228 | .102 | .032 | .000 | .000 | .000 |
|          | 13 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .942  | .750  | .392 | .214 | .087 | .002 | .000 | .000 |
|          | 14 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .979  | .874  | .584 | .383 | .196 | .011 | .000 | .000 |
|          | 15 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .949  | .762 | .585 | .370 | .043 | .003 | .000 |
|          | 16 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .984  | .893 | .775 | .589 | .133 | .016 | .000 |
|          | 17 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .965 | .909 | .794 | .323 | .075 | .001 |
|          | 18 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .992 | .976 | .931 | .608 | .264 | .017 |
|          | 19 | 1.000    | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .997 | .988 | .878 | .642 | .182 |

(continued)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

## A-4 Appendix Tables

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities (cont.)

c.  $n = 25$ 

$$B(x; n, p) = \sum_{y=0}^x b(y; n, p)$$

|    | $p$   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|    | 0.01  | 0.05  | 0.10  | 0.20  | 0.25  | 0.30  | 0.40  | 0.50  | 0.60  | 0.70  | 0.75 | 0.80 | 0.90 | 0.95 | 0.99 |
| 0  | .778  | .277  | .072  | .004  | .001  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1  | .974  | .642  | .271  | .027  | .007  | .002  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2  | .998  | .873  | .537  | .098  | .032  | .009  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3  | 1.000 | .966  | .764  | .234  | .096  | .033  | .002  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 4  | 1.000 | .993  | .902  | .421  | .214  | .090  | .009  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 5  | 1.000 | .999  | .967  | .617  | .378  | .193  | .029  | .002  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 6  | 1.000 | 1.000 | .991  | .780  | .561  | .341  | .074  | .007  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 7  | 1.000 | 1.000 | .998  | .891  | .727  | .512  | .154  | .022  | .001  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 8  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .953  | .851  | .677  | .274  | .054  | .004  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 9  | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .983  | .929  | .811  | .425  | .115  | .013  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 10 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .970  | .902  | .586  | .212  | .034  | .002  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 11 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .980  | .956  | .732  | .345  | .078  | .006  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 12 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .997  | .983  | .846  | .500  | .154  | .017  | .003 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 13 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .994  | .922  | .655  | .268  | .044  | .020 | .002 | .000 | .000 | .000 |
| 14 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .966  | .788  | .414  | .098  | .030 | .006 | .000 | .000 | .000 |
| 15 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .987  | .885  | .575  | .189  | .071 | .017 | .000 | .000 | .000 |
| 16 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .946  | .726  | .323  | .149 | .047 | .000 | .000 | .000 |
| 17 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .978  | .846  | .488  | .273 | .109 | .002 | .000 | .000 |
| 18 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .993  | .926  | .659  | .439 | .220 | .009 | .000 | .000 |
| 19 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .971  | .807  | .622 | .383 | .033 | .001 | .000 |
| 20 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .991  | .910  | .786 | .579 | .098 | .007 | .000 |
| 21 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .967  | .904 | .766 | .236 | .034 | .000 |
| 22 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .991  | .968 | .902 | .463 | .127 | .002 |
| 23 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .993 | .973 | .729 | .358 | .026 |
| 24 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .996 | .928 | .723 | .222 |

Table A.2 Cumulative Poisson Probabilities

$$F(x; \mu) = \sum_{y=0}^x \frac{e^{-\mu} \mu^y}{y!}$$

|   | $\mu$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | .1    | .2    | .3    | .4    | .5    | .6    | .7    | .8    | .9    | 1.0   |
| 0 | .905  | .819  | .741  | .670  | .607  | .549  | .497  | .449  | .407  | .368  |
| 1 | .995  | .982  | .963  | .938  | .910  | .878  | .844  | .809  | .772  | .736  |
| 2 | 1.000 | .999  | .996  | .992  | .986  | .977  | .966  | .953  | .937  | .920  |
| 3 |       | 1.000 | 1.000 | .999  | .998  | .997  | .994  | .991  | .987  | .981  |
| 4 |       |       |       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .999  | .998  | .996  |
| 5 |       |       |       |       |       |       | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  |
| 6 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1.000 |

(continued)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



Table A.2 Cumulative Poisson Probabilities (cont.)

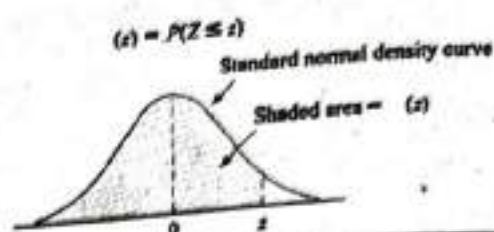
$$P(x, \mu) = \sum_{j=0}^x \frac{e^{-\mu} \mu^j}{j!}$$

|    | $\mu$ |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 2.0   | 3.0   | 4.0   | 5.0   | 6.0   | 7.0   | 8.0   | 9.0   | 10.0  | 15.0  | 20.0  |
| 0  | .135  | .050  | .018  | .007  | .002  | .001  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000  |
| 1  | .406  | .199  | .092  | .040  | .017  | .007  | .003  | .001  | .000  | .000  | .000  |
| 2  | .677  | .423  | .238  | .125  | .062  | .030  | .014  | .006  | .003  | .000  | .000  |
| 3  | .857  | .647  | .433  | .265  | .151  | .082  | .042  | .021  | .010  | .000  | .000  |
| 4  | .947  | .815  | .629  | .440  | .285  | .173  | .100  | .055  | .029  | .001  | .000  |
| 5  | .983  | .916  | .785  | .616  | .446  | .301  | .191  | .116  | .067  | .003  | .000  |
| 6  | .995  | .966  | .889  | .762  | .606  | .450  | .313  | .207  | .130  | .008  | .000  |
| 7  | .999  | .988  | .949  | .867  | .744  | .599  | .453  | .324  | .220  | .018  | .001  |
| 8  | 1.000 | .996  | .979  | .932  | .847  | .729  | .593  | .456  | .333  | .037  | .002  |
| 9  |       | .999  | .992  | .968  | .916  | .830  | .717  | .587  | .458  | .070  | .005  |
| 10 |       | 1.000 | .997  | .986  | .957  | .901  | .816  | .706  | .583  | .118  | .011  |
| 11 |       |       | .999  | .995  | .980  | .947  | .888  | .803  | .697  | .185  | .021  |
| 12 |       |       | 1.000 | .998  | .991  | .973  | .936  | .876  | .792  | .268  | .039  |
| 13 |       |       |       | .999  | .996  | .987  | .966  | .926  | .864  | .363  | .066  |
| 14 |       |       |       | 1.000 | .999  | .994  | .983  | .959  | .917  | .466  | .105  |
| 15 |       |       |       |       | .999  | .998  | .992  | .978  | .951  | .568  | .157  |
| 16 |       |       |       |       | 1.000 | .999  | .996  | .989  | .973  | .664  | .221  |
| 17 |       |       |       |       |       | 1.000 | .998  | .995  | .986  | .749  | .297  |
| 18 |       |       |       |       |       |       | .999  | .998  | .993  | .819  | .381  |
| 19 |       |       |       |       |       |       | 1.000 | .999  | .997  | .875  | .470  |
| 20 |       |       |       |       |       |       |       | 1.000 | .998  | .917  | .559  |
| 21 |       |       |       |       |       |       |       |       | .999  | .947  | .644  |
| 22 |       |       |       |       |       |       |       |       | 1.000 | .967  | .721  |
| 23 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .981  | .787  |
| 24 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .989  | .843  |
| 25 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .994  | .888  |
| 26 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .997  | .922  |
| 27 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .998  | .948  |
| 28 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .999  | .966  |
| 29 |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1.000 | .978  |
| 30 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .987  |
| 31 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .992  |
| 32 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .995  |
| 33 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .997  |
| 34 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .999  |
| 35 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | .999  |
| 36 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | 1.000 |

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

## A-6 Appendix Tables

Table A.3 Standard Normal Curve Areas



| z    | .00   | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| -3.4 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0003 | .0002 |
| -3.3 | .0005 | .0005 | .0005 | .0004 | .0004 | .0004 | .0004 | .0004 | .0004 | .0003 |
| -3.2 | .0007 | .0007 | .0006 | .0006 | .0006 | .0006 | .0006 | .0005 | .0005 | .0005 |
| -3.1 | .0010 | .0009 | .0009 | .0009 | .0008 | .0008 | .0008 | .0008 | .0007 | .0007 |
| -3.0 | .0013 | .0013 | .0013 | .0012 | .0012 | .0011 | .0011 | .0011 | .0010 | .0010 |
| -2.9 | .0019 | .0018 | .0017 | .0017 | .0016 | .0016 | .0015 | .0015 | .0014 | .0014 |
| -2.8 | .0026 | .0025 | .0024 | .0023 | .0023 | .0022 | .0021 | .0021 | .0020 | .0019 |
| -2.7 | .0035 | .0034 | .0033 | .0032 | .0031 | .0030 | .0029 | .0028 | .0027 | .0026 |
| -2.6 | .0047 | .0045 | .0044 | .0043 | .0041 | .0040 | .0039 | .0038 | .0037 | .0036 |
| -2.5 | .0062 | .0060 | .0059 | .0057 | .0055 | .0054 | .0052 | .0051 | .0049 | .0048 |
| -2.4 | .0082 | .0080 | .0078 | .0075 | .0073 | .0071 | .0069 | .0068 | .0066 | .0064 |
| -2.3 | .0107 | .0104 | .0102 | .0099 | .0096 | .0094 | .0091 | .0089 | .0087 | .0084 |
| -2.2 | .0139 | .0136 | .0132 | .0129 | .0125 | .0122 | .0119 | .0116 | .0113 | .0110 |
| -2.1 | .0179 | .0174 | .0170 | .0166 | .0162 | .0158 | .0154 | .0150 | .0146 | .0143 |
| -2.0 | .0228 | .0222 | .0217 | .0212 | .0207 | .0202 | .0197 | .0192 | .0188 | .0183 |
| -1.9 | .0287 | .0281 | .0274 | .0268 | .0262 | .0256 | .0250 | .0244 | .0239 | .0233 |
| -1.8 | .0359 | .0352 | .0344 | .0336 | .0329 | .0322 | .0314 | .0307 | .0301 | .0294 |
| -1.7 | .0446 | .0436 | .0427 | .0418 | .0409 | .0401 | .0392 | .0384 | .0375 | .0367 |
| -1.6 | .0548 | .0537 | .0526 | .0516 | .0505 | .0495 | .0485 | .0475 | .0465 | .0455 |
| -1.5 | .0668 | .0655 | .0643 | .0630 | .0618 | .0606 | .0594 | .0582 | .0571 | .0559 |
| -1.4 | .0808 | .0793 | .0778 | .0764 | .0749 | .0735 | .0722 | .0708 | .0694 | .0681 |
| -1.3 | .0968 | .0951 | .0934 | .0918 | .0901 | .0885 | .0869 | .0853 | .0838 | .0823 |
| -1.2 | .1151 | .1131 | .1112 | .1093 | .1075 | .1056 | .1038 | .1020 | .1003 | .0985 |
| -1.1 | .1357 | .1335 | .1314 | .1292 | .1271 | .1251 | .1230 | .1210 | .1190 | .1170 |
| -1.0 | .1587 | .1562 | .1539 | .1515 | .1492 | .1469 | .1446 | .1423 | .1401 | .1379 |
| -0.9 | .1841 | .1814 | .1788 | .1762 | .1736 | .1711 | .1685 | .1660 | .1635 | .1611 |
| -0.8 | .2119 | .2090 | .2061 | .2033 | .2005 | .1977 | .1949 | .1922 | .1894 | .1867 |
| -0.7 | .2420 | .2389 | .2358 | .2327 | .2296 | .2266 | .2236 | .2206 | .2177 | .2148 |
| -0.6 | .2743 | .2709 | .2676 | .2643 | .2611 | .2578 | .2546 | .2514 | .2483 | .2451 |
| -0.5 | .3085 | .3050 | .3015 | .2981 | .2946 | .2912 | .2877 | .2843 | .2810 | .2776 |
| -0.4 | .3446 | .3409 | .3372 | .3336 | .3300 | .3264 | .3228 | .3192 | .3156 | .3121 |
| -0.3 | .3821 | .3783 | .3745 | .3707 | .3669 | .3632 | .3594 | .3557 | .3520 | .3482 |
| -0.2 | .4207 | .4168 | .4129 | .4090 | .4052 | .4013 | .3974 | .3936 | .3897 | .3859 |
| -0.1 | .4602 | .4562 | .4522 | .4483 | .4443 | .4404 | .4364 | .4325 | .4286 | .4247 |
| -0.0 | .5000 | .4960 | .4920 | .4880 | .4840 | .4801 | .4761 | .4721 | .4681 | .4641 |

(continued)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

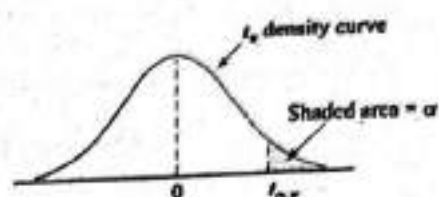


Table A.3 Standard Normal Curve Areas (cont.)

$\Phi(z) = P(Z \leq z)$

| z   | .00   | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .5000 | .5040 | .5080 | .5120 | .5160 | .5199 | .5239 | .5279 | .5319 | .5359 |
| 0.1 | .5398 | .5438 | .5478 | .5517 | .5557 | .5596 | .5636 | .5675 | .5714 | .5753 |
| 0.2 | .5793 | .5832 | .5871 | .5910 | .5948 | .5987 | .6026 | .6064 | .6103 | .6141 |
| 0.3 | .6179 | .6217 | .6255 | .6293 | .6331 | .6368 | .6406 | .6443 | .6480 | .6517 |
| 0.4 | .6554 | .6591 | .6628 | .6664 | .6700 | .6736 | .6772 | .6808 | .6844 | .6879 |
| 0.5 | .6915 | .6950 | .6985 | .7019 | .7054 | .7088 | .7123 | .7157 | .7190 | .7224 |
| 0.6 | .7257 | .7291 | .7324 | .7357 | .7389 | .7422 | .7454 | .7486 | .7517 | .7549 |
| 0.7 | .7580 | .7611 | .7642 | .7673 | .7704 | .7734 | .7764 | .7794 | .7823 | .7852 |
| 0.8 | .7881 | .7910 | .7939 | .7967 | .7995 | .8023 | .8051 | .8078 | .8106 | .8133 |
| 0.9 | .8159 | .8186 | .8212 | .8238 | .8264 | .8289 | .8315 | .8340 | .8365 | .8389 |
| 1.0 | .8413 | .8438 | .8461 | .8485 | .8508 | .8531 | .8554 | .8577 | .8599 | .8621 |
| 1.1 | .8643 | .8665 | .8686 | .8708 | .8729 | .8749 | .8770 | .8790 | .8810 | .8830 |
| 1.2 | .8849 | .8869 | .8888 | .8907 | .8925 | .8944 | .8962 | .8980 | .8997 | .9015 |
| 1.3 | .9032 | .9049 | .9066 | .9082 | .9099 | .9115 | .9131 | .9147 | .9162 | .9177 |
| 1.4 | .9192 | .9207 | .9222 | .9236 | .9251 | .9265 | .9278 | .9292 | .9306 | .9319 |
| 1.5 | .9332 | .9345 | .9357 | .9370 | .9382 | .9394 | .9406 | .9418 | .9429 | .9441 |
| 1.6 | .9452 | .9463 | .9474 | .9484 | .9495 | .9505 | .9515 | .9525 | .9535 | .9545 |
| 1.7 | .9554 | .9564 | .9573 | .9582 | .9591 | .9599 | .9608 | .9616 | .9625 | .9633 |
| 1.8 | .9641 | .9649 | .9656 | .9664 | .9671 | .9678 | .9686 | .9693 | .9699 | .9706 |
| 1.9 | .9713 | .9719 | .9726 | .9732 | .9738 | .9744 | .9750 | .9756 | .9761 | .9767 |
| 2.0 | .9772 | .9778 | .9783 | .9788 | .9793 | .9798 | .9803 | .9808 | .9812 | .9817 |
| 2.1 | .9821 | .9826 | .9830 | .9834 | .9838 | .9842 | .9846 | .9850 | .9854 | .9857 |
| 2.2 | .9861 | .9864 | .9868 | .9871 | .9875 | .9878 | .9881 | .9884 | .9887 | .9890 |
| 2.3 | .9893 | .9896 | .9898 | .9901 | .9904 | .9906 | .9909 | .9911 | .9913 | .9916 |
| 2.4 | .9918 | .9920 | .9922 | .9925 | .9927 | .9929 | .9931 | .9932 | .9934 | .9936 |
| 2.5 | .9938 | .9940 | .9941 | .9943 | .9945 | .9946 | .9948 | .9949 | .9951 | .9952 |
| 2.6 | .9953 | .9955 | .9956 | .9957 | .9959 | .9960 | .9961 | .9962 | .9963 | .9964 |
| 2.7 | .9965 | .9966 | .9967 | .9968 | .9969 | .9970 | .9971 | .9972 | .9973 | .9974 |
| 2.8 | .9974 | .9975 | .9976 | .9977 | .9977 | .9978 | .9979 | .9979 | .9980 | .9981 |
| 2.9 | .9981 | .9982 | .9982 | .9983 | .9984 | .9984 | .9985 | .9985 | .9986 | .9986 |
| 3.0 | .9987 | .9987 | .9987 | .9988 | .9988 | .9989 | .9989 | .9989 | .9990 | .9990 |
| 3.1 | .9990 | .9991 | .9991 | .9991 | .9992 | .9992 | .9992 | .9992 | .9993 | .9993 |
| 3.2 | .9993 | .9993 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9995 | .9995 | .9995 |
| 3.3 | .9995 | .9995 | .9995 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9997 |
| 3.4 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9998 |

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

Table A.5 Critical Values for  $t$  Distributions

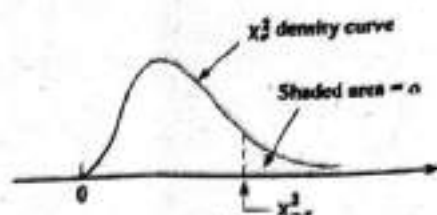
| $v$ | $\alpha$ |       |        |        |        |        |        |
|-----|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|     | .10      | .05   | .025   | .01    | .005   | .001   | .0005  |
| 1   | 3.078    | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 | 318.31 | 636.62 |
| 2   | 1.886    | 2.920 | 4.303  | 6.965  | 9.925  | 22.326 | 31.598 |
| 3   | 1.638    | 2.353 | 3.182  | 4.541  | 5.841  | 10.213 | 12.924 |
| 4   | 1.533    | 2.132 | 2.776  | 3.747  | 4.604  | 7.173  | 8.610  |
| 5   | 1.476    | 2.015 | 2.571  | 3.365  | 4.032  | 5.893  | 6.869  |
| 6   | 1.440    | 1.943 | 2.447  | 3.143  | 3.707  | 5.208  | 5.959  |
| 7   | 1.415    | 1.895 | 2.365  | 2.998  | 3.499  | 4.785  | 5.408  |
| 8   | 1.397    | 1.860 | 2.306  | 2.896  | 3.355  | 4.501  | 5.041  |
| 9   | 1.383    | 1.833 | 2.262  | 2.821  | 3.250  | 4.297  | 4.781  |
| 10  | 1.372    | 1.812 | 2.228  | 2.764  | 3.169  | 4.144  | 4.587  |
| 11  | 1.363    | 1.796 | 2.201  | 2.718  | 3.106  | 4.025  | 4.437  |
| 12  | 1.356    | 1.782 | 2.179  | 2.681  | 3.055  | 3.930  | 4.318  |
| 13  | 1.350    | 1.771 | 2.160  | 2.650  | 3.012  | 3.852  | 4.221  |
| 14  | 1.345    | 1.761 | 2.145  | 2.624  | 2.977  | 3.787  | 4.140  |
| 15  | 1.341    | 1.753 | 2.131  | 2.602  | 2.947  | 3.733  | 4.073  |
| 16  | 1.337    | 1.746 | 2.120  | 2.583  | 2.921  | 3.686  | 4.015  |
| 17  | 1.333    | 1.740 | 2.110  | 2.567  | 2.898  | 3.646  | 3.965  |
| 18  | 1.330    | 1.734 | 2.101  | 2.552  | 2.878  | 3.610  | 3.922  |
| 19  | 1.328    | 1.729 | 2.093  | 2.539  | 2.861  | 3.579  | 3.883  |
| 20  | 1.325    | 1.725 | 2.086  | 2.528  | 2.845  | 3.552  | 3.850  |
| 21  | 1.323    | 1.721 | 2.080  | 2.518  | 2.831  | 3.527  | 3.819  |
| 22  | 1.321    | 1.717 | 2.074  | 2.508  | 2.819  | 3.505  | 3.792  |
| 23  | 1.319    | 1.714 | 2.069  | 2.500  | 2.807  | 3.485  | 3.767  |
| 24  | 1.318    | 1.711 | 2.064  | 2.492  | 2.797  | 3.467  | 3.745  |
| 25  | 1.316    | 1.708 | 2.060  | 2.485  | 2.787  | 3.450  | 3.725  |
| 26  | 1.315    | 1.706 | 2.056  | 2.479  | 2.779  | 3.435  | 3.707  |
| 27  | 1.314    | 1.703 | 2.052  | 2.473  | 2.771  | 3.421  | 3.690  |
| 28  | 1.313    | 1.701 | 2.048  | 2.467  | 2.763  | 3.408  | 3.674  |
| 29  | 1.311    | 1.699 | 2.045  | 2.462  | 2.756  | 3.396  | 3.659  |
| 30  | 1.310    | 1.697 | 2.042  | 2.457  | 2.750  | 3.385  | 3.646  |
| 32  | 1.309    | 1.694 | 2.037  | 2.449  | 2.738  | 3.365  | 3.622  |
| 34  | 1.307    | 1.691 | 2.032  | 2.441  | 2.728  | 3.348  | 3.601  |
| 36  | 1.306    | 1.688 | 2.028  | 2.434  | 2.719  | 3.333  | 3.582  |
| 38  | 1.304    | 1.686 | 2.024  | 2.429  | 2.712  | 3.319  | 3.566  |
| 40  | 1.303    | 1.684 | 2.021  | 2.423  | 2.704  | 3.307  | 3.551  |
| 50  | 1.299    | 1.676 | 2.009  | 2.403  | 2.678  | 3.262  | 3.496  |
| 60  | 1.296    | 1.671 | 2.000  | 2.390  | 2.660  | 3.232  | 3.460  |
| 120 | 1.289    | 1.658 | 1.980  | 2.358  | 2.617  | 3.160  | 3.373  |
|     | 1.282    | 1.645 | 1.960  | 2.326  | 2.576  | 3.090  | 3.291  |

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



Table A.7 Critical Values for Chi-Squared Distributions



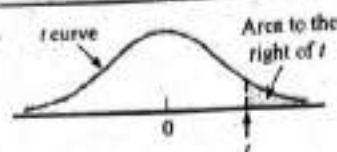
|     | $\alpha$ |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $v$ | .995     | .99    | .975   | .95    | .90    | .10    | .05    | .025   | .01    | .005   |
| 1   | 0.000    | 0.000  | 0.001  | 0.004  | 0.016  | 2.706  | 3.843  | 5.025  | 6.637  | 7.879  |
| 2   | 0.010    | 0.020  | 0.051  | 0.103  | 0.211  | 4.605  | 5.992  | 7.378  | 9.210  | 10.597 |
| 3   | 0.072    | 0.115  | 0.216  | 0.352  | 0.584  | 6.251  | 7.815  | 9.348  | 11.344 | 12.837 |
| 4   | 0.207    | 0.297  | 0.484  | 0.711  | 1.064  | 7.779  | 9.488  | 11.143 | 13.277 | 14.860 |
| 5   | 0.412    | 0.554  | 0.831  | 1.145  | 1.610  | 9.236  | 11.070 | 12.832 | 15.085 | 16.748 |
| 6   | 0.676    | 0.872  | 1.237  | 1.635  | 2.204  | 10.645 | 12.592 | 14.440 | 16.812 | 18.548 |
| 7   | 0.989    | 1.239  | 1.690  | 2.167  | 2.833  | 12.017 | 14.067 | 16.012 | 18.474 | 20.276 |
| 8   | 1.344    | 1.646  | 2.180  | 2.733  | 3.490  | 13.362 | 15.507 | 17.534 | 20.090 | 21.954 |
| 9   | 1.735    | 2.088  | 2.700  | 3.325  | 4.168  | 14.684 | 16.919 | 19.022 | 21.665 | 23.587 |
| 10  | 2.156    | 2.558  | 3.247  | 3.940  | 4.865  | 15.987 | 18.307 | 20.483 | 23.209 | 25.188 |
| 11  | 2.603    | 3.053  | 3.816  | 4.575  | 5.578  | 17.275 | 19.675 | 21.920 | 24.724 | 26.755 |
| 12  | 3.074    | 3.571  | 4.404  | 5.226  | 6.304  | 18.549 | 21.026 | 23.337 | 26.217 | 28.300 |
| 13  | 3.565    | 4.107  | 5.009  | 5.892  | 7.041  | 19.812 | 22.362 | 24.735 | 27.687 | 29.817 |
| 14  | 4.075    | 4.660  | 5.629  | 6.571  | 7.790  | 21.064 | 23.685 | 26.119 | 29.141 | 31.319 |
| 15  | 4.600    | 5.229  | 6.262  | 7.261  | 8.547  | 22.307 | 24.996 | 27.488 | 30.577 | 32.799 |
| 16  | 5.142    | 5.812  | 6.908  | 7.962  | 9.312  | 23.542 | 26.296 | 28.845 | 32.000 | 34.267 |
| 17  | 5.697    | 6.407  | 7.564  | 8.682  | 10.085 | 24.769 | 27.587 | 30.190 | 33.408 | 35.716 |
| 18  | 6.265    | 7.015  | 8.231  | 9.390  | 10.865 | 25.989 | 28.869 | 31.526 | 34.805 | 37.156 |
| 19  | 6.843    | 7.632  | 8.906  | 10.117 | 11.651 | 27.203 | 30.143 | 32.852 | 36.190 | 38.580 |
| 20  | 7.434    | 8.260  | 9.591  | 10.851 | 12.443 | 28.412 | 31.410 | 34.170 | 37.566 | 39.997 |
| 21  | 8.033    | 8.897  | 10.283 | 11.591 | 13.240 | 29.615 | 32.670 | 35.478 | 38.930 | 41.399 |
| 22  | 8.643    | 9.542  | 10.982 | 12.338 | 14.042 | 30.813 | 33.924 | 36.781 | 40.289 | 42.796 |
| 23  | 9.260    | 10.195 | 11.688 | 13.090 | 14.848 | 32.007 | 35.172 | 38.075 | 41.637 | 44.179 |
| 24  | 9.886    | 10.856 | 12.401 | 13.848 | 15.659 | 33.196 | 36.415 | 39.364 | 42.980 | 45.558 |
| 25  | 10.519   | 11.523 | 13.120 | 14.611 | 16.473 | 34.381 | 37.652 | 40.646 | 44.313 | 46.925 |
| 26  | 11.160   | 12.198 | 13.844 | 15.379 | 17.292 | 35.563 | 38.885 | 41.923 | 45.642 | 48.290 |
| 27  | 11.807   | 12.878 | 14.573 | 16.151 | 18.114 | 36.741 | 40.113 | 43.194 | 46.962 | 49.642 |
| 28  | 12.461   | 13.565 | 15.308 | 16.928 | 18.939 | 37.916 | 41.337 | 44.461 | 48.278 | 50.993 |
| 29  | 13.120   | 14.256 | 16.147 | 17.708 | 19.768 | 39.087 | 42.557 | 45.772 | 49.586 | 52.333 |
| 30  | 13.787   | 14.954 | 16.791 | 18.493 | 20.599 | 40.256 | 43.773 | 46.979 | 50.892 | 53.672 |
| 31  | 14.457   | 15.655 | 17.538 | 19.280 | 21.433 | 41.422 | 44.985 | 48.231 | 52.190 | 55.000 |
| 32  | 15.134   | 16.362 | 18.291 | 20.072 | 22.271 | 42.585 | 46.194 | 49.480 | 53.486 | 56.328 |
| 33  | 15.814   | 17.073 | 19.046 | 20.866 | 23.110 | 43.745 | 47.400 | 50.724 | 54.774 | 57.646 |
| 34  | 16.501   | 17.789 | 19.806 | 21.664 | 23.952 | 44.903 | 48.602 | 51.966 | 56.061 | 58.964 |
| 35  | 17.191   | 18.508 | 20.569 | 22.465 | 24.796 | 46.059 | 49.802 | 53.203 | 57.340 | 60.272 |
| 36  | 17.887   | 19.233 | 21.336 | 23.269 | 25.643 | 47.212 | 50.998 | 54.437 | 58.619 | 61.581 |
| 37  | 18.584   | 19.960 | 22.105 | 24.075 | 26.492 | 48.363 | 52.192 | 55.667 | 59.891 | 62.880 |
| 38  | 19.289   | 20.691 | 22.878 | 24.884 | 27.343 | 49.513 | 53.384 | 56.896 | 61.162 | 64.181 |
| 39  | 19.994   | 21.425 | 23.654 | 25.695 | 28.196 | 50.660 | 54.572 | 58.119 | 62.426 | 65.473 |
| 40  | 20.706   | 22.164 | 24.433 | 26.509 | 29.050 | 51.805 | 55.758 | 59.342 | 63.691 | 66.766 |

For  $v > 40$ ,  $\chi^2_{\alpha, v} \approx v \left( 1 - \frac{2}{9v} + z_{\alpha} \sqrt{\frac{2}{9v}} \right)$

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



## A-12 Appendix Tables

Table A.8  $t$  Curve Tail Areas

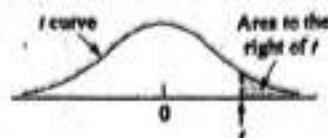
| $t$ | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0.0 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 |
| 0.1 | .468 | .465 | .463 | .463 | .462 | .462 | .462 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 |
| 0.2 | .437 | .430 | .427 | .426 | .425 | .424 | .424 | .423 | .423 | .423 | .423 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 |
| 0.3 | .407 | .396 | .392 | .390 | .388 | .387 | .386 | .386 | .385 | .385 | .385 | .385 | .384 | .384 | .384 | .384 | .384 | .384 |
| 0.4 | .379 | .364 | .358 | .355 | .353 | .352 | .351 | .350 | .349 | .349 | .348 | .348 | .348 | .347 | .347 | .347 | .347 | .347 |
| 0.5 | .352 | .333 | .326 | .322 | .319 | .317 | .316 | .315 | .315 | .314 | .313 | .313 | .313 | .312 | .312 | .312 | .312 | .312 |
| 0.6 | .328 | .305 | .295 | .290 | .287 | .285 | .284 | .283 | .282 | .281 | .280 | .280 | .279 | .279 | .279 | .278 | .278 | .278 |
| 0.7 | .306 | .278 | .267 | .261 | .258 | .255 | .253 | .252 | .251 | .250 | .249 | .249 | .248 | .247 | .247 | .247 | .247 | .246 |
| 0.8 | .285 | .254 | .241 | .234 | .230 | .227 | .225 | .223 | .222 | .221 | .220 | .220 | .219 | .218 | .218 | .218 | .217 | .217 |
| 0.9 | .267 | .232 | .217 | .210 | .205 | .201 | .199 | .197 | .196 | .195 | .194 | .193 | .192 | .191 | .191 | .191 | .190 | .190 |
| 1.0 | .250 | .211 | .196 | .187 | .182 | .178 | .175 | .173 | .172 | .170 | .169 | .169 | .168 | .167 | .167 | .166 | .166 | .165 |
| 1.1 | .235 | .193 | .176 | .167 | .162 | .157 | .154 | .152 | .150 | .149 | .147 | .146 | .146 | .144 | .144 | .144 | .143 | .143 |
| 1.2 | .221 | .177 | .158 | .148 | .142 | .138 | .135 | .132 | .130 | .129 | .128 | .127 | .126 | .124 | .124 | .124 | .123 | .123 |
| 1.3 | .209 | .162 | .142 | .132 | .125 | .121 | .117 | .115 | .113 | .111 | .110 | .109 | .108 | .107 | .107 | .106 | .105 | .105 |
| 1.4 | .197 | .148 | .128 | .117 | .110 | .106 | .102 | .100 | .098 | .096 | .095 | .093 | .092 | .091 | .091 | .090 | .090 | .089 |
| 1.5 | .187 | .136 | .115 | .104 | .097 | .092 | .089 | .086 | .084 | .082 | .081 | .080 | .079 | .077 | .077 | .077 | .076 | .075 |
| 1.6 | .178 | .125 | .104 | .092 | .085 | .080 | .077 | .074 | .072 | .070 | .069 | .068 | .067 | .065 | .065 | .065 | .064 | .064 |
| 1.7 | .169 | .116 | .094 | .082 | .075 | .070 | .065 | .064 | .062 | .060 | .059 | .057 | .056 | .055 | .055 | .054 | .054 | .053 |
| 1.8 | .161 | .107 | .085 | .073 | .066 | .061 | .057 | .055 | .053 | .051 | .050 | .049 | .048 | .046 | .046 | .045 | .045 | .044 |
| 1.9 | .154 | .099 | .077 | .065 | .058 | .053 | .050 | .047 | .045 | .043 | .042 | .041 | .040 | .038 | .038 | .038 | .037 | .037 |
| 2.0 | .148 | .092 | .070 | .058 | .051 | .046 | .043 | .040 | .038 | .037 | .035 | .034 | .033 | .032 | .032 | .031 | .031 | .030 |
| 2.1 | .141 | .085 | .063 | .052 | .045 | .040 | .037 | .034 | .033 | .031 | .030 | .029 | .028 | .027 | .027 | .026 | .025 | .025 |
| 2.2 | .136 | .079 | .058 | .046 | .040 | .035 | .032 | .029 | .028 | .026 | .025 | .024 | .023 | .022 | .022 | .021 | .021 | .021 |
| 2.3 | .131 | .074 | .052 | .041 | .035 | .031 | .027 | .025 | .023 | .022 | .021 | .020 | .019 | .018 | .018 | .018 | .017 | .017 |
| 2.4 | .126 | .069 | .048 | .037 | .031 | .027 | .024 | .022 | .020 | .019 | .018 | .017 | .016 | .015 | .015 | .014 | .014 | .014 |
| 2.5 | .121 | .065 | .044 | .033 | .027 | .023 | .020 | .018 | .017 | .016 | .015 | .014 | .013 | .012 | .012 | .012 | .011 | .011 |
| 2.6 | .117 | .061 | .040 | .030 | .024 | .020 | .018 | .016 | .014 | .013 | .012 | .012 | .011 | .010 | .010 | .010 | .009 | .009 |
| 2.7 | .113 | .057 | .037 | .027 | .021 | .018 | .015 | .014 | .012 | .011 | .010 | .010 | .009 | .008 | .008 | .008 | .008 | .007 |
| 2.8 | .109 | .054 | .034 | .024 | .019 | .016 | .013 | .012 | .010 | .009 | .009 | .008 | .008 | .007 | .007 | .006 | .006 | .006 |
| 2.9 | .106 | .051 | .031 | .022 | .017 | .014 | .011 | .010 | .009 | .008 | .007 | .007 | .006 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 |
| 3.0 | .102 | .048 | .029 | .020 | .015 | .012 | .010 | .009 | .007 | .007 | .006 | .006 | .005 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 |
| 3.1 | .099 | .045 | .027 | .018 | .013 | .011 | .009 | .007 | .006 | .006 | .005 | .005 | .004 | .004 | .004 | .003 | .003 | .003 |
| 3.2 | .096 | .043 | .025 | .016 | .012 | .009 | .008 | .006 | .005 | .005 | .004 | .004 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .002 |
| 3.3 | .094 | .040 | .023 | .015 | .011 | .008 | .007 | .005 | .005 | .004 | .004 | .003 | .003 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 |
| 3.4 | .091 | .038 | .021 | .014 | .010 | .007 | .006 | .005 | .004 | .003 | .003 | .003 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 |
| 3.5 | .089 | .036 | .020 | .012 | .009 | .006 | .005 | .004 | .003 | .003 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 |
| 3.6 | .086 | .035 | .018 | .011 | .008 | .006 | .004 | .004 | .003 | .002 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 |
| 3.7 | .084 | .033 | .017 | .010 | .007 | .005 | .004 | .003 | .002 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 |
| 3.8 | .082 | .031 | .016 | .010 | .006 | .004 | .003 | .003 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 |
| 3.9 | .080 | .030 | .015 | .009 | .006 | .004 | .003 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 |
| 4.0 | .078 | .029 | .014 | .008 | .005 | .004 | .003 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .000 | .000 |

(continued)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



Table A.8 t Curve Tail Areas (cont.)



| t   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30   | 35   | 40   | 60   | 120  | $\infty (=z)$ |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------------|
| 0.0 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500 | .500          |
| 0.1 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .461 | .460 | .460 | .460 | .460 | .460          |
| 0.2 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 | .422 | .421 | .421 | .421 | .421 | .421 | .421 | .421 | .421 | .421          |
| 0.3 | .384 | .384 | .384 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .383 | .382 | .382          |
| 0.4 | .347 | .347 | .347 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .346 | .345 | .345 | .345          |
| 0.5 | .311 | .311 | .311 | .311 | .311 | .311 | .311 | .311 | .311 | .310 | .310 | .310 | .310 | .310 | .309 | .309 | .309          |
| 0.6 | .278 | .278 | .278 | .277 | .277 | .277 | .277 | .277 | .277 | .277 | .277 | .277 | .276 | .276 | .275 | .275 | .274          |
| 0.7 | .246 | .246 | .246 | .246 | .245 | .245 | .245 | .245 | .245 | .245 | .245 | .245 | .244 | .244 | .243 | .243 | .242          |
| 0.8 | .217 | .217 | .216 | .216 | .216 | .216 | .216 | .215 | .215 | .215 | .215 | .215 | .215 | .214 | .213 | .213 | .212          |
| 0.9 | .190 | .189 | .189 | .189 | .189 | .189 | .188 | .188 | .188 | .188 | .188 | .188 | .187 | .187 | .186 | .185 | .184          |
| 1.0 | .165 | .165 | .164 | .164 | .164 | .164 | .163 | .163 | .163 | .163 | .163 | .163 | .162 | .162 | .161 | .160 | .159          |
| 1.1 | .143 | .142 | .142 | .142 | .141 | .141 | .141 | .141 | .141 | .140 | .140 | .140 | .139 | .139 | .138 | .137 | .136          |
| 1.2 | .122 | .122 | .122 | .121 | .121 | .121 | .121 | .120 | .120 | .120 | .120 | .120 | .119 | .119 | .117 | .116 | .115          |
| 1.3 | .105 | .104 | .104 | .104 | .103 | .103 | .103 | .103 | .102 | .102 | .102 | .102 | .101 | .101 | .099 | .098 | .097          |
| 1.4 | .089 | .089 | .088 | .088 | .087 | .087 | .087 | .087 | .086 | .086 | .086 | .086 | .085 | .085 | .083 | .082 | .081          |
| 1.5 | .075 | .075 | .074 | .074 | .074 | .073 | .073 | .073 | .073 | .072 | .072 | .072 | .071 | .071 | .069 | .068 | .067          |
| 1.6 | .063 | .063 | .062 | .062 | .062 | .061 | .061 | .061 | .061 | .060 | .060 | .060 | .059 | .059 | .057 | .056 | .055          |
| 1.7 | .053 | .052 | .052 | .052 | .051 | .051 | .051 | .051 | .050 | .050 | .050 | .050 | .049 | .048 | .047 | .046 | .045          |
| 1.8 | .044 | .043 | .043 | .043 | .042 | .042 | .042 | .042 | .042 | .041 | .041 | .041 | .040 | .040 | .038 | .037 | .036          |
| 1.9 | .036 | .036 | .036 | .035 | .035 | .035 | .035 | .034 | .034 | .034 | .034 | .034 | .033 | .032 | .031 | .030 | .029          |
| 2.0 | .030 | .030 | .029 | .029 | .029 | .028 | .028 | .028 | .028 | .028 | .027 | .027 | .027 | .026 | .025 | .024 | .023          |
| 2.1 | .025 | .024 | .024 | .024 | .023 | .023 | .023 | .023 | .023 | .022 | .022 | .022 | .022 | .021 | .020 | .019 | .018          |
| 2.2 | .020 | .020 | .020 | .019 | .019 | .019 | .019 | .018 | .018 | .018 | .018 | .018 | .017 | .017 | .016 | .015 | .014          |
| 2.3 | .016 | .016 | .016 | .016 | .015 | .015 | .015 | .015 | .015 | .015 | .014 | .014 | .014 | .013 | .012 | .011 | .011          |
| 2.4 | .013 | .013 | .013 | .013 | .012 | .012 | .012 | .012 | .012 | .012 | .011 | .011 | .011 | .011 | .010 | .009 | .008          |
| 2.5 | .011 | .011 | .010 | .010 | .010 | .010 | .010 | .010 | .009 | .009 | .009 | .009 | .009 | .008 | .008 | .007 | .006          |
| 2.6 | .009 | .009 | .008 | .008 | .008 | .008 | .008 | .008 | .007 | .007 | .007 | .007 | .007 | .007 | .006 | .005 | .005          |
| 2.7 | .007 | .007 | .007 | .006 | .006 | .006 | .006 | .006 | .006 | .006 | .006 | .006 | .006 | .005 | .005 | .004 | .003          |
| 2.8 | .006 | .006 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 | .005 | .004 | .004 | .004 | .003 | .003          |
| 2.9 | .005 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .004 | .003 | .003 | .003 | .002 | .002          |
| 3.0 | .004 | .004 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .002 | .002 | .002 | .001          |
| 3.1 | .003 | .003 | .003 | .003 | .003 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001          |
| 3.2 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001          |
| 3.3 | .002 | .002 | .002 | .002 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .000          |
| 3.4 | .002 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .000 | .000          |
| 3.5 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .000 | .000 | .000          |
| 3.6 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000          |
| 3.7 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000          |
| 3.8 | .001 | .001 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000          |
| 3.9 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000          |
| 4.0 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000          |

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

Copyright 2010 Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. Due to electronic rights, some third party content may be suppressed from the eBook and/or eChapter(s). Editorial review has determined that any suppressed content does not materially affect the overall learning experience. Cengage Learning reserves the right to remove additional content at any time if subsequent rights restrictions require it.



## A-14 Appendix Tables

Table A.9 Critical Values for  $F$  Distributions

|                                 |      | $\nu_1 = \text{numerator df}$ |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------------|------|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| $\alpha$                        |      | 1                             | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       |
| $\nu_2 = \text{denominator df}$ | .100 | 39.86                         | 49.50   | 53.59   | 55.83   | 57.24   | 58.20   | 58.91   | 59.44   | 59.86   |
|                                 | .050 | 161.45                        | 199.50  | 215.71  | 224.58  | 230.16  | 233.99  | 236.77  | 238.88  | 240.54  |
|                                 | .010 | 4052.20                       | 4999.50 | 5403.40 | 5624.60 | 5763.60 | 5859.00 | 5928.40 | 5981.10 | 6022.50 |
|                                 | .001 | 405,284                       | 500,000 | 540,379 | 562,500 | 576,405 | 585,937 | 592,873 | 598,144 | 602,284 |
|                                 | .100 | 8.53                          | 9.00    | 9.16    | 9.24    | 9.29    | 9.33    | 9.35    | 9.37    | 9.38    |
|                                 | .050 | 18.51                         | 19.00   | 19.16   | 19.25   | 19.30   | 19.33   | 19.35   | 19.37   | 19.38   |
|                                 | .010 | 98.50                         | 99.00   | 99.17   | 99.25   | 99.30   | 99.33   | 99.36   | 99.37   | 99.39   |
|                                 | .001 | 998.50                        | 999.00  | 999.17  | 999.25  | 999.30  | 999.33  | 999.36  | 999.37  | 999.39  |
|                                 | .100 | 5.54                          | 5.46    | 5.39    | 5.34    | 5.31    | 5.28    | 5.27    | 5.25    | 5.24    |
|                                 | .050 | 10.13                         | 9.55    | 9.28    | 9.12    | 9.01    | 8.94    | 8.89    | 8.85    | 8.81    |
|                                 | .010 | 34.12                         | 30.82   | 29.46   | 28.71   | 28.24   | 27.91   | 27.67   | 27.49   | 27.35   |
|                                 | .001 | 167.03                        | 148.50  | 141.11  | 137.10  | 134.58  | 132.85  | 131.58  | 130.62  | 129.86  |
|                                 | .100 | 4.54                          | 4.32    | 4.19    | 4.11    | 4.05    | 4.01    | 3.98    | 3.95    | 3.94    |
|                                 | .050 | 7.71                          | 6.94    | 6.59    | 6.39    | 6.26    | 6.16    | 6.09    | 6.04    | 6.00    |
|                                 | .010 | 21.20                         | 18.00   | 16.69   | 15.98   | 15.52   | 15.21   | 14.98   | 14.80   | 14.66   |
|                                 | .001 | 74.14                         | 61.25   | 56.18   | 53.44   | 51.71   | 50.53   | 49.66   | 49.00   | 48.47   |
|                                 | .100 | 4.06                          | 3.78    | 3.62    | 3.52    | 3.45    | 3.40    | 3.37    | 3.34    | 3.32    |
|                                 | .050 | 6.61                          | 5.79    | 5.41    | 5.19    | 5.05    | 4.95    | 4.88    | 4.82    | 4.77    |
|                                 | .010 | 16.26                         | 13.27   | 12.06   | 11.39   | 10.97   | 10.67   | 10.46   | 10.29   | 10.16   |
|                                 | .001 | 47.18                         | 37.12   | 33.20   | 31.09   | 29.75   | 28.83   | 28.16   | 27.65   | 27.24   |
|                                 | .100 | 3.78                          | 3.46    | 3.29    | 3.18    | 3.11    | 3.05    | 3.01    | 2.98    | 2.96    |
|                                 | .050 | 5.99                          | 5.14    | 4.76    | 4.53    | 4.39    | 4.28    | 4.21    | 4.15    | 4.10    |
|                                 | .010 | 13.75                         | 10.92   | 9.78    | 9.15    | 8.75    | 8.47    | 8.26    | 8.10    | 7.98    |
|                                 | .001 | 35.51                         | 27.00   | 23.70   | 21.92   | 20.80   | 20.03   | 19.46   | 19.03   | 18.69   |
| 7                               | .100 | 3.59                          | 3.26    | 3.07    | 2.96    | 2.88    | 2.83    | 2.78    | 2.75    | 2.72    |
|                                 | .050 | 5.59                          | 4.74    | 4.35    | 4.12    | 3.97    | 3.87    | 3.79    | 3.73    | 3.68    |
|                                 | .010 | 12.25                         | 9.55    | 8.45    | 7.85    | 7.46    | 7.19    | 6.99    | 6.84    | 6.72    |
|                                 | .001 | 29.25                         | 21.69   | 18.77   | 17.20   | 16.21   | 15.52   | 15.02   | 14.63   | 14.33   |
| 8                               | .100 | 3.46                          | 3.11    | 2.92    | 2.81    | 2.73    | 2.67    | 2.62    | 2.59    | 2.56    |
|                                 | .050 | 5.32                          | 4.46    | 4.07    | 3.84    | 3.69    | 3.58    | 3.50    | 3.44    | 3.39    |
|                                 | .010 | 11.26                         | 8.65    | 7.59    | 7.01    | 6.63    | 6.37    | 6.18    | 6.03    | 5.91    |
|                                 | .001 | 25.41                         | 18.49   | 15.83   | 14.39   | 13.48   | 12.86   | 12.40   | 12.05   | 11.77   |
| 9                               | .100 | 3.36                          | 3.01    | 2.81    | 2.69    | 2.61    | 2.55    | 2.51    | 2.47    | 2.44    |
|                                 | .050 | 5.12                          | 4.26    | 3.86    | 3.63    | 3.48    | 3.37    | 3.29    | 3.23    | 3.18    |
|                                 | .010 | 10.56                         | 8.02    | 6.99    | 6.42    | 6.06    | 5.80    | 5.61    | 5.47    | 5.35    |
|                                 | .001 | 22.86                         | 16.39   | 13.90   | 12.56   | 11.71   | 11.13   | 10.70   | 10.37   | 10.11   |
| 10                              | .100 | 3.29                          | 2.92    | 2.73    | 2.61    | 2.52    | 2.46    | 2.41    | 2.38    | 2.35    |
|                                 | .050 | 4.96                          | 4.10    | 3.71    | 3.48    | 3.33    | 3.22    | 3.14    | 3.07    | 3.02    |
|                                 | .010 | 10.04                         | 7.56    | 6.55    | 5.99    | 5.64    | 5.39    | 5.20    | 5.06    | 4.94    |
|                                 | .001 | 21.04                         | 14.91   | 12.55   | 11.28   | 10.48   | 9.93    | 9.52    | 9.20    | 8.96    |
| 11                              | .100 | 3.23                          | 2.86    | 2.66    | 2.54    | 2.45    | 2.39    | 2.34    | 2.30    | 2.27    |
|                                 | .050 | 4.84                          | 3.98    | 3.59    | 3.36    | 3.20    | 3.09    | 3.01    | 2.95    | 2.90    |
|                                 | .010 | 9.65                          | 7.21    | 6.22    | 5.67    | 5.32    | 5.07    | 4.89    | 4.74    | 4.63    |
|                                 | .001 | 19.69                         | 13.81   | 11.56   | 10.35   | 9.58    | 9.05    | 8.66    | 8.35    | 8.12    |
| 12                              | .100 | 3.18                          | 2.81    | 2.61    | 2.48    | 2.39    | 2.33    | 2.28    | 2.24    | 2.21    |
|                                 | .050 | 4.75                          | 3.89    | 3.49    | 3.26    | 3.11    | 3.00    | 2.91    | 2.85    | 2.80    |
|                                 | .010 | 9.33                          | 6.93    | 5.95    | 5.41    | 5.06    | 4.82    | 4.64    | 4.50    | 4.39    |
|                                 | .001 | 18.64                         | 12.97   | 10.80   | 9.63    | 8.89    | 8.38    | 8.00    | 7.71    | 7.48    |

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

(continued)



Table A.9 Critical Values for F Distributions (cont.)

| $\nu_1$ = numerator df |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 10                     | 12      | 15      | 20      | 25      | 30      | 40      | 50      | 60      | 120     | 1000    |
| 60.19                  | 60.71   | 61.22   | 61.74   | 62.05   | 62.26   | 62.53   | 62.69   | 62.79   | 63.06   | 63.30   |
| 241.88                 | 243.91  | 245.95  | 248.01  | 249.26  | 250.10  | 251.14  | 251.77  | 252.20  | 253.25  | 254.19  |
| 6055.80                | 6106.30 | 6157.30 | 6208.70 | 6239.80 | 6260.60 | 6286.80 | 6302.50 | 6313.00 | 6339.40 | 6362.70 |
| 605.621                | 610.668 | 615.764 | 620.908 | 624.017 | 626.099 | 628.712 | 630.285 | 631.337 | 633.972 | 636.301 |
| 9.39                   | 9.41    | 9.42    | 9.44    | 9.45    | 9.46    | 9.47    | 9.47    | 9.47    | 9.48    | 9.49    |
| 19.40                  | 19.41   | 19.43   | 19.45   | 19.46   | 19.46   | 19.47   | 19.48   | 19.48   | 19.49   | 19.49   |
| 99.40                  | 99.42   | 99.43   | 99.45   | 99.46   | 99.47   | 99.47   | 99.48   | 99.48   | 99.49   | 99.50   |
| 999.40                 | 999.42  | 999.43  | 999.45  | 999.46  | 999.47  | 999.47  | 999.48  | 999.48  | 999.49  | 999.50  |
| 5.23                   | 5.22    | 5.20    | 5.18    | 5.17    | 5.17    | 5.16    | 5.15    | 5.15    | 5.14    | 5.13    |
| 8.79                   | 8.74    | 8.70    | 8.66    | 8.63    | 8.62    | 8.59    | 8.58    | 8.57    | 8.55    | 8.53    |
| 27.23                  | 27.05   | 26.87   | 26.69   | 26.58   | 26.50   | 26.41   | 26.35   | 26.32   | 26.22   | 26.14   |
| 129.25                 | 128.32  | 127.37  | 126.42  | 125.84  | 125.45  | 124.96  | 124.66  | 124.47  | 123.97  | 123.53  |
| 3.92                   | 3.90    | 3.87    | 3.84    | 3.83    | 3.82    | 3.80    | 3.80    | 3.79    | 3.78    | 3.76    |
| 5.96                   | 5.91    | 5.86    | 5.80    | 5.77    | 5.75    | 5.72    | 5.70    | 5.69    | 5.66    | 5.63    |
| 14.55                  | 14.37   | 14.20   | 14.02   | 13.91   | 13.84   | 13.75   | 13.69   | 13.65   | 13.56   | 13.47   |
| 48.05                  | 47.41   | 46.76   | 46.10   | 45.70   | 45.43   | 45.09   | 44.88   | 44.75   | 44.40   | 44.09   |
| 3.30                   | 3.27    | 3.24    | 3.21    | 3.19    | 3.17    | 3.16    | 3.15    | 3.14    | 3.12    | 3.11    |
| 4.74                   | 4.68    | 4.62    | 4.56    | 4.52    | 4.50    | 4.46    | 4.44    | 4.43    | 4.40    | 4.37    |
| 10.05                  | 9.89    | 9.72    | 9.55    | 9.45    | 9.38    | 9.29    | 9.24    | 9.20    | 9.11    | 9.03    |
| 26.92                  | 26.42   | 25.91   | 25.39   | 25.08   | 24.87   | 24.60   | 24.44   | 24.33   | 24.06   | 23.82   |
| 2.94                   | 2.90    | 2.87    | 2.84    | 2.81    | 2.80    | 2.78    | 2.77    | 2.76    | 2.74    | 2.72    |
| 4.06                   | 4.00    | 3.94    | 3.87    | 3.83    | 3.81    | 3.77    | 3.75    | 3.74    | 3.70    | 3.67    |
| 7.87                   | 7.72    | 7.56    | 7.40    | 7.30    | 7.23    | 7.14    | 7.09    | 7.06    | 6.97    | 6.89    |
| 18.41                  | 17.99   | 17.56   | 17.12   | 16.85   | 16.67   | 16.44   | 16.31   | 16.21   | 15.98   | 15.77   |
| 2.70                   | 2.67    | 2.63    | 2.59    | 2.57    | 2.56    | 2.54    | 2.52    | 2.51    | 2.49    | 2.47    |
| 3.64                   | 3.57    | 3.51    | 3.44    | 3.40    | 3.38    | 3.34    | 3.32    | 3.30    | 3.27    | 3.23    |
| 6.62                   | 6.47    | 6.31    | 6.16    | 6.06    | 5.99    | 5.91    | 5.86    | 5.82    | 5.74    | 5.66    |
| 14.08                  | 13.71   | 13.32   | 12.93   | 12.69   | 12.53   | 12.33   | 12.20   | 12.12   | 11.91   | 11.72   |
| 2.54                   | 2.50    | 2.46    | 2.42    | 2.40    | 2.38    | 2.36    | 2.35    | 2.34    | 2.32    | 2.30    |
| 3.35                   | 3.28    | 3.22    | 3.15    | 3.11    | 3.08    | 3.04    | 3.02    | 3.01    | 2.97    | 2.93    |
| 5.81                   | 5.67    | 5.52    | 5.36    | 5.26    | 5.20    | 5.12    | 5.07    | 5.03    | 4.95    | 4.87    |
| 11.54                  | 11.19   | 10.84   | 10.48   | 10.26   | 10.11   | 9.92    | 9.80    | 9.73    | 9.53    | 9.36    |
| 2.42                   | 2.38    | 2.34    | 2.30    | 2.27    | 2.25    | 2.23    | 2.22    | 2.21    | 2.18    | 2.16    |
| 3.14                   | 3.07    | 3.01    | 2.94    | 2.89    | 2.86    | 2.83    | 2.80    | 2.79    | 2.75    | 2.71    |
| 5.26                   | 5.11    | 4.96    | 4.81    | 4.71    | 4.65    | 4.57    | 4.52    | 4.48    | 4.40    | 4.32    |
| 9.89                   | 9.57    | 9.24    | 8.90    | 8.69    | 8.55    | 8.37    | 8.26    | 8.19    | 8.00    | 7.84    |
| 2.32                   | 2.28    | 2.24    | 2.20    | 2.17    | 2.16    | 2.13    | 2.12    | 2.11    | 2.08    | 2.06    |
| 2.98                   | 2.91    | 2.85    | 2.77    | 2.73    | 2.70    | 2.66    | 2.64    | 2.62    | 2.58    | 2.54    |
| 4.85                   | 4.71    | 4.56    | 4.41    | 4.31    | 4.25    | 4.17    | 4.12    | 4.08    | 4.00    | 3.92    |
| 8.75                   | 8.45    | 8.13    | 7.80    | 7.60    | 7.47    | 7.30    | 7.19    | 7.12    | 6.94    | 6.78    |
| 2.25                   | 2.21    | 2.17    | 2.12    | 2.10    | 2.08    | 2.05    | 2.04    | 2.03    | 2.00    | 1.98    |
| 2.85                   | 2.79    | 2.72    | 2.65    | 2.60    | 2.57    | 2.53    | 2.51    | 2.49    | 2.45    | 2.41    |
| 4.54                   | 4.40    | 4.25    | 4.10    | 4.01    | 3.94    | 3.86    | 3.81    | 3.78    | 3.69    | 3.61    |
| 7.92                   | 7.63    | 7.32    | 7.01    | 6.81    | 6.68    | 6.52    | 6.42    | 6.35    | 6.18    | 6.02    |
| 2.19                   | 2.15    | 2.10    | 2.06    | 2.03    | 2.01    | 1.99    | 1.97    | 1.96    | 1.93    | 1.91    |
| 2.75                   | 2.69    | 2.62    | 2.54    | 2.50    | 2.47    | 2.43    | 2.40    | 2.38    | 2.34    | 2.30    |
| 4.30                   | 4.16    | 4.01    | 3.86    | 3.76    | 3.70    | 3.62    | 3.57    | 3.54    | 3.45    | 3.37    |
| 7.29                   | 7.00    | 6.71    | 6.40    | 6.22    | 6.09    | 5.93    | 5.83    | 5.76    | 5.59    | 5.44    |

(continued)

कालिन्दी मातावाद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



## A-16 Appendix Tables

Table A.9 Critical Values for F Distributions (cont.)

|                          |          | $\nu_1$ = numerator df |       |       |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|----------|------------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| $\nu_2$ = denominator df | $\alpha$ | 1                      | 2     | 3     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|                          |          |                        |       |       |      |      |      |      |      |      |
| 13                       | .100     | 3.14                   | 2.76  | 2.56  | 2.43 | 2.35 | 2.28 | 2.23 | 2.20 | 2.16 |
|                          | .050     | 4.67                   | 3.81  | 3.41  | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 |
|                          | .010     | 9.07                   | 6.70  | 5.74  | 5.21 | 4.86 | 4.62 | 4.44 | 4.30 | 4.19 |
|                          | .001     | 17.82                  | 12.31 | 10.21 | 9.07 | 8.35 | 7.86 | 7.49 | 7.21 | 6.98 |
| 14                       | .100     | 3.10                   | 2.73  | 2.52  | 2.39 | 2.31 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 |
|                          | .050     | 4.60                   | 3.74  | 3.34  | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 |
|                          | .010     | 8.86                   | 6.51  | 5.56  | 5.04 | 4.69 | 4.46 | 4.28 | 4.14 | 4.03 |
|                          | .001     | 17.14                  | 11.78 | 9.73  | 8.62 | 7.92 | 7.44 | 7.08 | 6.80 | 6.58 |
| 15                       | .100     | 3.07                   | 2.70  | 2.49  | 2.36 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.12 | 2.09 |
|                          | .050     | 4.54                   | 3.68  | 3.29  | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 |
|                          | .010     | 8.68                   | 6.36  | 5.42  | 4.89 | 4.56 | 4.32 | 4.14 | 4.00 | 3.89 |
|                          | .001     | 16.59                  | 11.34 | 9.34  | 8.25 | 7.57 | 7.09 | 6.74 | 6.47 | 6.26 |
| 16                       | .100     | 3.05                   | 2.67  | 2.46  | 2.33 | 2.24 | 2.18 | 2.13 | 2.09 | 2.06 |
|                          | .050     | 4.49                   | 3.63  | 3.24  | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 |
|                          | .010     | 8.53                   | 6.23  | 5.29  | 4.77 | 4.44 | 4.20 | 4.03 | 3.89 | 3.78 |
|                          | .001     | 16.12                  | 10.97 | 9.01  | 7.94 | 7.27 | 6.80 | 6.46 | 6.19 | 5.98 |
| 17                       | .100     | 3.03                   | 2.64  | 2.44  | 2.31 | 2.22 | 2.15 | 2.10 | 2.06 | 2.03 |
|                          | .050     | 4.45                   | 3.59  | 3.20  | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 |
|                          | .010     | 8.40                   | 6.11  | 5.19  | 4.67 | 4.34 | 4.10 | 3.93 | 3.79 | 3.68 |
|                          | .001     | 15.72                  | 10.66 | 8.73  | 7.68 | 7.02 | 6.56 | 6.22 | 5.96 | 5.75 |
| 18                       | .100     | 3.01                   | 2.62  | 2.42  | 2.29 | 2.20 | 2.13 | 2.08 | 2.04 | 2.00 |
|                          | .050     | 4.41                   | 3.55  | 3.16  | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 |
|                          | .010     | 8.29                   | 6.01  | 5.09  | 4.58 | 4.25 | 4.01 | 3.84 | 3.71 | 3.60 |
|                          | .001     | 15.38                  | 10.39 | 8.49  | 7.46 | 6.81 | 6.35 | 6.02 | 5.76 | 5.56 |
| 19                       | .100     | 2.99                   | 2.61  | 2.40  | 2.27 | 2.18 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.98 |
|                          | .050     | 4.38                   | 3.52  | 3.13  | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 |
|                          | .010     | 8.18                   | 5.93  | 5.01  | 4.50 | 4.17 | 3.94 | 3.77 | 3.63 | 3.52 |
|                          | .001     | 15.08                  | 10.16 | 8.28  | 7.27 | 6.62 | 6.18 | 5.85 | 5.59 | 5.39 |
| 20                       | .100     | 2.97                   | 2.59  | 2.38  | 2.25 | 2.16 | 2.09 | 2.04 | 2.00 | 1.96 |
|                          | .050     | 4.35                   | 3.49  | 3.10  | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 |
|                          | .010     | 8.10                   | 5.85  | 4.94  | 4.43 | 4.10 | 3.87 | 3.70 | 3.56 | 3.46 |
|                          | .001     | 14.82                  | 9.95  | 8.10  | 7.10 | 6.46 | 6.02 | 5.69 | 5.44 | 5.24 |
| 21                       | .100     | 2.96                   | 2.57  | 2.36  | 2.23 | 2.14 | 2.08 | 2.02 | 1.98 | 1.95 |
|                          | .050     | 4.32                   | 3.47  | 3.07  | 2.84 | 2.68 | 2.57 | 2.49 | 2.42 | 2.37 |
|                          | .010     | 8.02                   | 5.78  | 4.87  | 4.37 | 4.04 | 3.81 | 3.64 | 3.51 | 3.40 |
|                          | .001     | 14.59                  | 9.77  | 7.94  | 6.95 | 6.32 | 5.88 | 5.56 | 5.31 | 5.11 |
| 22                       | .100     | 2.95                   | 2.56  | 2.35  | 2.22 | 2.13 | 2.06 | 2.01 | 1.97 | 1.93 |
|                          | .050     | 4.30                   | 3.44  | 3.05  | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.46 | 2.40 | 2.34 |
|                          | .010     | 7.95                   | 5.72  | 4.82  | 4.31 | 3.99 | 3.76 | 3.59 | 3.45 | 3.35 |
|                          | .001     | 14.38                  | 9.61  | 7.80  | 6.81 | 6.19 | 5.76 | 5.44 | 5.19 | 4.99 |
| 23                       | .100     | 2.94                   | 2.55  | 2.34  | 2.21 | 2.11 | 2.05 | 1.99 | 1.95 | 1.92 |
|                          | .050     | 4.28                   | 3.42  | 3.03  | 2.80 | 2.64 | 2.53 | 2.44 | 2.37 | 2.32 |
|                          | .010     | 7.88                   | 5.66  | 4.76  | 4.26 | 3.94 | 3.71 | 3.54 | 3.41 | 3.30 |
|                          | .001     | 14.20                  | 9.47  | 7.67  | 6.70 | 6.08 | 5.65 | 5.33 | 5.09 | 4.89 |
| 24                       | .100     | 2.93                   | 2.54  | 2.33  | 2.19 | 2.10 | 2.04 | 1.98 | 1.94 | 1.91 |
|                          | .050     | 4.26                   | 3.40  | 3.01  | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 |
|                          | .010     | 7.82                   | 5.61  | 4.72  | 4.22 | 3.90 | 3.67 | 3.50 | 3.36 | 3.26 |
|                          | .001     | 14.03                  | 9.34  | 7.55  | 6.59 | 5.98 | 5.55 | 5.23 | 4.99 | 4.80 |

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

(continued)

KALINDI COLLEGE LIBRARY



Table A.9 Critical Values for  $F$  Distributions (cont.)

| $\nu_1 = \text{numerator df}$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10                            | 12   | 15   | 20   | 25   | 30   | 40   | 50   | 60   | 120  | 1000 |
| 2.14                          | 2.10 | 2.05 | 2.01 | 1.98 | 1.96 | 1.93 | 1.92 | 1.90 | 1.88 | 1.85 |
| 2.67                          | 2.60 | 2.53 | 2.46 | 2.41 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.30 | 2.25 | 2.21 |
| 4.10                          | 3.96 | 3.82 | 3.66 | 3.57 | 3.51 | 3.43 | 3.38 | 3.34 | 3.25 | 3.18 |
| 6.80                          | 6.52 | 6.23 | 5.93 | 5.75 | 5.63 | 5.47 | 5.37 | 5.30 | 5.14 | 4.99 |
| 2.10                          | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.93 | 1.91 | 1.89 | 1.87 | 1.86 | 1.83 | 1.80 |
| 2.60                          | 2.53 | 2.46 | 2.39 | 2.34 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.22 | 2.18 | 2.14 |
| 3.94                          | 3.80 | 3.66 | 3.51 | 3.41 | 3.35 | 3.27 | 3.22 | 3.18 | 3.09 | 3.02 |
| 6.40                          | 6.13 | 5.85 | 5.56 | 5.38 | 5.25 | 5.10 | 5.00 | 4.94 | 4.77 | 4.62 |
| 2.06                          | 2.02 | 1.97 | 1.92 | 1.89 | 1.87 | 1.85 | 1.83 | 1.82 | 1.79 | 1.76 |
| 2.54                          | 2.48 | 2.40 | 2.33 | 2.28 | 2.25 | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.11 | 2.07 |
| 3.80                          | 3.67 | 3.52 | 3.37 | 3.28 | 3.21 | 3.13 | 3.08 | 3.05 | 2.96 | 2.88 |
| 6.08                          | 5.81 | 5.54 | 5.25 | 5.07 | 4.95 | 4.80 | 4.70 | 4.64 | 4.47 | 4.33 |
| 2.03                          | 1.99 | 1.94 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.78 | 1.75 | 1.72 |
| 2.49                          | 2.42 | 2.35 | 2.28 | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.11 | 2.06 | 2.02 |
| 3.69                          | 3.55 | 3.41 | 3.26 | 3.16 | 3.10 | 3.02 | 2.97 | 2.93 | 2.84 | 2.76 |
| 5.81                          | 5.55 | 5.27 | 4.99 | 4.82 | 4.70 | 4.54 | 4.45 | 4.39 | 4.23 | 4.08 |
| 2.00                          | 1.96 | 1.91 | 1.86 | 1.83 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.72 | 1.69 |
| 2.45                          | 2.38 | 2.31 | 2.23 | 2.18 | 2.15 | 2.10 | 2.08 | 2.06 | 2.01 | 1.97 |
| 3.59                          | 3.46 | 3.31 | 3.16 | 3.07 | 3.00 | 2.92 | 2.87 | 2.83 | 2.75 | 2.66 |
| 5.58                          | 5.32 | 5.05 | 4.78 | 4.60 | 4.48 | 4.33 | 4.24 | 4.18 | 4.02 | 3.87 |
| 1.98                          | 1.93 | 1.89 | 1.84 | 1.80 | 1.78 | 1.75 | 1.74 | 1.72 | 1.69 | 1.66 |
| 2.41                          | 2.34 | 2.27 | 2.19 | 2.14 | 2.11 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 1.97 | 1.92 |
| 3.51                          | 3.37 | 3.23 | 3.08 | 2.98 | 2.92 | 2.84 | 2.78 | 2.75 | 2.66 | 2.58 |
| 5.39                          | 5.13 | 4.87 | 4.59 | 4.42 | 4.30 | 4.15 | 4.06 | 4.00 | 3.84 | 3.69 |
| 1.96                          | 1.91 | 1.86 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.67 | 1.64 |
| 2.38                          | 2.31 | 2.23 | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.93 | 1.88 |
| 3.43                          | 3.30 | 3.15 | 3.00 | 2.91 | 2.84 | 2.76 | 2.71 | 2.67 | 2.58 | 2.50 |
| 5.22                          | 4.97 | 4.70 | 4.43 | 4.26 | 4.14 | 3.99 | 3.90 | 3.84 | 3.68 | 3.53 |
| 1.94                          | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.64 | 1.61 |
| 2.35                          | 2.28 | 2.20 | 2.12 | 2.07 | 2.04 | 1.99 | 1.97 | 1.95 | 1.90 | 1.85 |
| 3.37                          | 3.23 | 3.09 | 2.94 | 2.84 | 2.78 | 2.69 | 2.64 | 2.61 | 2.52 | 2.43 |
| 5.08                          | 4.82 | 4.56 | 4.29 | 4.12 | 4.00 | 3.86 | 3.77 | 3.70 | 3.54 | 3.40 |
| 1.92                          | 1.87 | 1.83 | 1.78 | 1.74 | 1.72 | 1.69 | 1.67 | 1.66 | 1.62 | 1.59 |
| 2.32                          | 2.25 | 2.18 | 2.10 | 2.05 | 2.01 | 1.96 | 1.94 | 1.92 | 1.87 | 1.82 |
| 3.31                          | 3.17 | 3.03 | 2.88 | 2.79 | 2.72 | 2.64 | 2.58 | 2.55 | 2.46 | 2.37 |
| 4.95                          | 4.70 | 4.44 | 4.17 | 4.00 | 3.88 | 3.74 | 3.64 | 3.58 | 3.42 | 3.28 |
| 1.90                          | 1.86 | 1.81 | 1.76 | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.60 | 1.57 |
| 2.30                          | 2.23 | 2.15 | 2.07 | 2.02 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.84 | 1.79 |
| 3.26                          | 3.12 | 2.98 | 2.83 | 2.73 | 2.67 | 2.58 | 2.53 | 2.50 | 2.40 | 2.32 |
| 4.83                          | 4.58 | 4.33 | 4.06 | 3.89 | 3.78 | 3.63 | 3.54 | 3.48 | 3.32 | 3.17 |
| 1.89                          | 1.84 | 1.80 | 1.74 | 1.71 | 1.69 | 1.66 | 1.64 | 1.62 | 1.59 | 1.55 |
| 2.27                          | 2.20 | 2.13 | 2.05 | 2.00 | 1.96 | 1.91 | 1.88 | 1.86 | 1.81 | 1.76 |
| 3.21                          | 3.07 | 2.93 | 2.78 | 2.69 | 2.62 | 2.54 | 2.48 | 2.45 | 2.35 | 2.27 |
| 4.73                          | 4.48 | 4.23 | 3.96 | 3.79 | 3.68 | 3.53 | 3.44 | 3.38 | 3.22 | 3.08 |
| 1.88                          | 1.83 | 1.78 | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.57 | 1.54 |
| 2.25                          | 2.18 | 2.11 | 2.03 | 1.97 | 1.94 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.79 | 1.74 |
| 3.17                          | 3.03 | 2.89 | 2.74 | 2.64 | 2.58 | 2.49 | 2.44 | 2.40 | 2.31 | 2.22 |
| 4.64                          | 4.39 | 4.14 | 3.87 | 3.71 | 3.59 | 3.45 | 3.36 | 3.29 | 3.14 | 2.99 |

(continued)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

Copyright 2010 Cengage Learning. All Rights Reserved. May not be copied, scanned, or duplicated, in whole or in part. WCN 02-200-203. Some third party content may be suppressed from the eBook and/or eChapter(s). Editorial review has determined that any suppressed content does not materially affect the overall learning experience. Cengage Learning reserves the right to remove additional content at any time if subsequent rights restrictions require it.



## A-18 Appendix Tables

Table A.9 Critical Values for F Distributions (cont.)

|                          |          | $\nu_1$ = numerator df |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|----------|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                          |          | 1                      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
| $\nu_2$ = denominator df | $\alpha$ |                        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                          | .100     | 2.92                   | 2.53 | 2.32 | 2.18 | 2.09 | 2.02 | 1.97 | 1.93 | 1.89 |
|                          | .050     | 4.24                   | 3.39 | 2.99 | 2.76 | 2.60 | 2.49 | 2.40 | 2.34 | 2.28 |
|                          | .010     | 7.77                   | 5.57 | 4.68 | 4.18 | 3.85 | 3.63 | 3.46 | 3.32 | 3.22 |
|                          | .001     | 13.88                  | 9.22 | 7.45 | 6.49 | 5.89 | 5.46 | 5.15 | 4.91 | 4.71 |
|                          | .100     | 2.91                   | 2.52 | 2.31 | 2.17 | 2.08 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.88 |
|                          | .050     | 4.23                   | 3.37 | 2.98 | 2.74 | 2.59 | 2.47 | 2.39 | 2.32 | 2.27 |
|                          | .010     | 7.72                   | 5.53 | 4.64 | 4.14 | 3.82 | 3.59 | 3.42 | 3.29 | 3.18 |
|                          | .001     | 13.74                  | 9.12 | 7.36 | 6.41 | 5.80 | 5.38 | 5.07 | 4.83 | 4.64 |
|                          | .100     | 2.90                   | 2.51 | 2.30 | 2.17 | 2.07 | 2.00 | 1.95 | 1.91 | 1.87 |
|                          | .050     | 4.21                   | 3.35 | 2.96 | 2.73 | 2.57 | 2.46 | 2.37 | 2.31 | 2.25 |
|                          | .010     | 7.68                   | 5.49 | 4.60 | 4.11 | 3.78 | 3.56 | 3.39 | 3.26 | 3.15 |
|                          | .001     | 13.61                  | 9.02 | 7.27 | 6.33 | 5.73 | 5.31 | 5.00 | 4.76 | 4.57 |
|                          | .100     | 2.89                   | 2.50 | 2.29 | 2.16 | 2.06 | 2.00 | 1.94 | 1.90 | 1.87 |
|                          | .050     | 4.20                   | 3.34 | 2.95 | 2.71 | 2.56 | 2.45 | 2.36 | 2.29 | 2.24 |
|                          | .010     | 7.64                   | 5.45 | 4.57 | 4.07 | 3.75 | 3.53 | 3.36 | 3.23 | 3.12 |
|                          | .001     | 13.50                  | 8.93 | 7.19 | 6.25 | 5.66 | 5.24 | 4.93 | 4.69 | 4.50 |
|                          | .100     | 2.89                   | 2.50 | 2.28 | 2.15 | 2.06 | 1.99 | 1.93 | 1.89 | 1.86 |
|                          | .050     | 4.18                   | 3.33 | 2.93 | 2.70 | 2.55 | 2.43 | 2.35 | 2.28 | 2.22 |
|                          | .010     | 7.60                   | 5.42 | 4.54 | 4.04 | 3.73 | 3.50 | 3.33 | 3.20 | 3.09 |
|                          | .001     | 13.39                  | 8.85 | 7.12 | 6.19 | 5.59 | 5.18 | 4.87 | 4.64 | 4.45 |
| 30                       | .100     | 2.88                   | 2.49 | 2.28 | 2.14 | 2.05 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | 1.85 |
|                          | .050     | 4.17                   | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 |
|                          | .010     | 7.56                   | 5.39 | 4.51 | 4.02 | 3.70 | 3.47 | 3.30 | 3.17 | 3.07 |
|                          | .001     | 13.29                  | 8.77 | 7.05 | 6.12 | 5.53 | 5.12 | 4.82 | 4.58 | 4.39 |
| 40                       | .100     | 2.84                   | 2.44 | 2.23 | 2.09 | 2.00 | 1.93 | 1.87 | 1.83 | 1.79 |
|                          | .050     | 4.08                   | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.25 | 2.18 | 2.12 |
|                          | .010     | 7.31                   | 5.18 | 4.31 | 3.83 | 3.51 | 3.29 | 3.12 | 2.99 | 2.89 |
|                          | .001     | 12.61                  | 8.25 | 6.59 | 5.70 | 5.13 | 4.73 | 4.44 | 4.21 | 4.02 |
| 50                       | .100     | 2.81                   | 2.41 | 2.20 | 2.06 | 1.97 | 1.90 | 1.84 | 1.80 | 1.76 |
|                          | .050     | 4.03                   | 3.18 | 2.79 | 2.56 | 2.40 | 2.29 | 2.20 | 2.13 | 2.07 |
|                          | .010     | 7.17                   | 5.06 | 4.20 | 3.72 | 3.41 | 3.19 | 3.02 | 2.89 | 2.78 |
|                          | .001     | 12.22                  | 7.96 | 6.34 | 5.46 | 4.90 | 4.51 | 4.22 | 4.00 | 3.82 |
| 60                       | .100     | 2.79                   | 2.39 | 2.18 | 2.04 | 1.95 | 1.87 | 1.82 | 1.77 | 1.74 |
|                          | .050     | 4.00                   | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 |
|                          | .010     | 7.08                   | 4.98 | 4.13 | 3.65 | 3.34 | 3.12 | 2.95 | 2.82 | 2.72 |
|                          | .001     | 11.97                  | 7.77 | 6.17 | 5.31 | 4.76 | 4.37 | 4.09 | 3.86 | 3.69 |
| 100                      | .100     | 2.76                   | 2.36 | 2.14 | 2.00 | 1.91 | 1.83 | 1.78 | 1.73 | 1.69 |
|                          | .050     | 3.94                   | 3.09 | 2.70 | 2.46 | 2.31 | 2.19 | 2.10 | 2.03 | 1.97 |
|                          | .010     | 6.90                   | 4.82 | 3.98 | 3.51 | 3.21 | 2.99 | 2.82 | 2.69 | 2.59 |
|                          | .001     | 11.50                  | 7.41 | 5.86 | 5.02 | 4.48 | 4.11 | 3.83 | 3.61 | 3.44 |
| 200                      | .100     | 2.73                   | 2.33 | 2.11 | 1.97 | 1.88 | 1.80 | 1.75 | 1.70 | 1.66 |
|                          | .050     | 3.89                   | 3.04 | 2.65 | 2.42 | 2.26 | 2.14 | 2.06 | 1.98 | 1.93 |
|                          | .010     | 6.76                   | 4.71 | 3.88 | 3.41 | 3.11 | 2.89 | 2.73 | 2.60 | 2.50 |
|                          | .001     | 11.15                  | 7.15 | 5.63 | 4.81 | 4.29 | 3.92 | 3.65 | 3.43 | 3.26 |
| 1000                     | .100     | 2.71                   | 2.31 | 2.09 | 1.95 | 1.85 | 1.78 | 1.72 | 1.68 | 1.64 |
|                          | .050     | 3.85                   | 3.00 | 2.61 | 2.38 | 2.22 | 2.11 | 2.02 | 1.95 | 1.89 |
|                          | .010     | 6.66                   | 4.63 | 3.80 | 3.34 | 3.04 | 2.82 | 2.66 | 2.53 | 2.43 |
|                          | .001     | 10.89                  | 6.96 | 5.46 | 4.65 | 4.14 | 3.78 | 3.51 | 3.30 | 3.13 |

(continued)

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



Table A.9 Critical Values for F Distributions (cont.)

| $\nu_1$ = numerator df |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 10                     | 12   | 15   | 20   | 25   | 30   | 40   | 50   | 60   | 120  | 1000 |
| 1.87                   | 1.82 | 1.77 | 1.72 | 1.68 | 1.66 | 1.63 | 1.61 | 1.59 | 1.56 | 1.52 |
| 2.24                   | 2.16 | 2.09 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.87 | 1.84 | 1.82 | 1.77 | 1.72 |
| 3.13                   | 2.99 | 2.85 | 2.70 | 2.60 | 2.54 | 2.45 | 2.40 | 2.36 | 2.27 | 2.18 |
| 4.56                   | 4.31 | 4.06 | 3.79 | 3.63 | 3.52 | 3.37 | 3.28 | 3.22 | 3.06 | 2.91 |
| 1.86                   | 1.81 | 1.76 | 1.71 | 1.67 | 1.65 | 1.61 | 1.59 | 1.58 | 1.54 | 1.51 |
| 2.22                   | 2.15 | 2.07 | 1.99 | 1.94 | 1.90 | 1.85 | 1.82 | 1.80 | 1.75 | 1.70 |
| 3.09                   | 2.96 | 2.81 | 2.66 | 2.57 | 2.50 | 2.42 | 2.36 | 2.33 | 2.23 | 2.14 |
| 4.48                   | 4.24 | 3.99 | 3.72 | 3.56 | 3.44 | 3.30 | 3.21 | 3.15 | 2.99 | 2.84 |
| 1.85                   | 1.80 | 1.75 | 1.70 | 1.66 | 1.64 | 1.60 | 1.58 | 1.57 | 1.53 | 1.50 |
| 2.20                   | 2.13 | 2.06 | 1.97 | 1.92 | 1.88 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.73 | 1.68 |
| 3.06                   | 2.93 | 2.78 | 2.63 | 2.54 | 2.47 | 2.38 | 2.33 | 2.29 | 2.20 | 2.11 |
| 4.41                   | 4.17 | 3.92 | 3.66 | 3.49 | 3.38 | 3.23 | 3.14 | 3.08 | 2.92 | 2.78 |
| 1.84                   | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.65 | 1.63 | 1.59 | 1.57 | 1.56 | 1.52 | 1.48 |
| 2.19                   | 2.12 | 2.04 | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.71 | 1.66 |
| 3.03                   | 2.90 | 2.75 | 2.60 | 2.51 | 2.44 | 2.35 | 2.30 | 2.26 | 2.17 | 2.08 |
| 4.35                   | 4.11 | 3.86 | 3.60 | 3.43 | 3.32 | 3.18 | 3.09 | 3.02 | 2.86 | 2.72 |
| 1.83                   | 1.78 | 1.73 | 1.68 | 1.64 | 1.62 | 1.58 | 1.56 | 1.55 | 1.51 | 1.47 |
| 2.18                   | 2.10 | 2.03 | 1.94 | 1.89 | 1.85 | 1.81 | 1.77 | 1.75 | 1.70 | 1.65 |
| 3.00                   | 2.87 | 2.73 | 2.57 | 2.48 | 2.41 | 2.33 | 2.27 | 2.23 | 2.14 | 2.05 |
| 4.29                   | 4.05 | 3.80 | 3.54 | 3.38 | 3.27 | 3.12 | 3.03 | 2.97 | 2.81 | 2.66 |
| 1.82                   | 1.77 | 1.72 | 1.67 | 1.63 | 1.61 | 1.57 | 1.55 | 1.54 | 1.50 | 1.46 |
| 2.16                   | 2.09 | 2.01 | 1.93 | 1.88 | 1.84 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.68 | 1.63 |
| 2.98                   | 2.84 | 2.70 | 2.55 | 2.45 | 2.39 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | 2.11 | 2.02 |
| 4.24                   | 4.00 | 3.75 | 3.49 | 3.33 | 3.22 | 3.07 | 2.98 | 2.92 | 2.76 | 2.61 |
| 1.76                   | 1.71 | 1.66 | 1.61 | 1.57 | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.47 | 1.42 | 1.38 |
| 2.08                   | 2.00 | 1.92 | 1.84 | 1.78 | 1.74 | 1.69 | 1.66 | 1.64 | 1.58 | 1.52 |
| 2.80                   | 2.66 | 2.52 | 2.37 | 2.27 | 2.20 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.92 | 1.82 |
| 3.87                   | 3.64 | 3.40 | 3.14 | 2.98 | 2.87 | 2.73 | 2.64 | 2.57 | 2.41 | 2.25 |
| 1.73                   | 1.68 | 1.63 | 1.57 | 1.53 | 1.50 | 1.46 | 1.44 | 1.42 | 1.38 | 1.33 |
| 2.03                   | 1.95 | 1.87 | 1.78 | 1.73 | 1.69 | 1.63 | 1.60 | 1.58 | 1.51 | 1.45 |
| 2.70                   | 2.56 | 2.42 | 2.27 | 2.17 | 2.10 | 2.01 | 1.95 | 1.91 | 1.80 | 1.70 |
| 3.67                   | 3.44 | 3.20 | 2.95 | 2.79 | 2.68 | 2.53 | 2.44 | 2.38 | 2.21 | 2.05 |
| 1.71                   | 1.66 | 1.60 | 1.54 | 1.50 | 1.48 | 1.44 | 1.41 | 1.40 | 1.35 | 1.30 |
| 1.99                   | 1.92 | 1.84 | 1.75 | 1.69 | 1.65 | 1.59 | 1.56 | 1.53 | 1.47 | 1.40 |
| 2.63                   | 2.50 | 2.35 | 2.20 | 2.10 | 2.03 | 1.94 | 1.88 | 1.84 | 1.73 | 1.62 |
| 3.54                   | 3.32 | 3.08 | 2.83 | 2.67 | 2.55 | 2.41 | 2.32 | 2.25 | 2.08 | 1.92 |
| 1.66                   | 1.61 | 1.56 | 1.49 | 1.45 | 1.42 | 1.38 | 1.35 | 1.34 | 1.28 | 1.22 |
| 1.93                   | 1.85 | 1.77 | 1.68 | 1.62 | 1.57 | 1.52 | 1.48 | 1.45 | 1.38 | 1.30 |
| 2.50                   | 2.37 | 2.22 | 2.07 | 1.97 | 1.89 | 1.80 | 1.74 | 1.69 | 1.57 | 1.45 |
| 3.30                   | 3.07 | 2.84 | 2.59 | 2.43 | 2.32 | 2.17 | 2.08 | 2.01 | 1.83 | 1.64 |
| 1.63                   | 1.58 | 1.52 | 1.46 | 1.41 | 1.38 | 1.34 | 1.31 | 1.29 | 1.23 | 1.16 |
| 1.88                   | 1.80 | 1.72 | 1.62 | 1.56 | 1.52 | 1.46 | 1.41 | 1.39 | 1.30 | 1.21 |
| 2.41                   | 2.27 | 2.13 | 1.97 | 1.87 | 1.79 | 1.69 | 1.63 | 1.58 | 1.45 | 1.30 |
| 3.12                   | 2.90 | 2.67 | 2.42 | 2.26 | 2.15 | 2.00 | 1.90 | 1.83 | 1.64 | 1.43 |
| 1.61                   | 1.55 | 1.49 | 1.43 | 1.38 | 1.35 | 1.30 | 1.27 | 1.25 | 1.18 | 1.08 |
| 1.84                   | 1.76 | 1.68 | 1.58 | 1.52 | 1.47 | 1.41 | 1.36 | 1.33 | 1.24 | 1.11 |
| 2.34                   | 2.20 | 2.06 | 1.90 | 1.79 | 1.72 | 1.61 | 1.54 | 1.50 | 1.35 | 1.16 |
| 2.99                   | 2.77 | 2.54 | 2.30 | 2.14 | 2.02 | 1.87 | 1.77 | 1.69 | 1.49 | 1.22 |

KALINDI COLLEGE LIBRARY



A-20 Appendix Tables

Table A.10 Critical Values for Studentized Range Distributions

| v   | $\alpha$ | n    |      |      |      |      |      |      |      |       |       |       |
|-----|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|
|     |          | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10    | 11    | 12    |
| 5   | .05      | 3.64 | 4.60 | 5.22 | 5.67 | 6.03 | 6.33 | 6.58 | 6.80 | 6.99  | 7.17  | 7.32  |
|     | .01      | 5.70 | 6.98 | 7.80 | 8.42 | 8.91 | 9.32 | 9.67 | 9.97 | 10.24 | 10.48 | 10.70 |
| 6   | .05      | 3.46 | 4.34 | 4.90 | 5.30 | 5.63 | 5.90 | 6.12 | 6.32 | 6.49  | 6.65  | 6.79  |
|     | .01      | 5.24 | 6.33 | 7.03 | 7.56 | 7.97 | 8.32 | 8.61 | 8.87 | 9.10  | 9.30  | 9.48  |
| 7   | .05      | 3.34 | 4.16 | 4.68 | 5.06 | 5.36 | 5.61 | 5.82 | 6.00 | 6.16  | 6.30  | 6.43  |
|     | .01      | 4.95 | 5.92 | 6.54 | 7.01 | 7.37 | 7.68 | 7.94 | 8.17 | 8.37  | 8.55  | 8.71  |
| 8   | .05      | 3.26 | 4.04 | 4.53 | 4.89 | 5.17 | 5.40 | 5.60 | 5.77 | 5.92  | 6.05  | 6.18  |
|     | .01      | 4.75 | 5.64 | 6.20 | 6.62 | 6.96 | 7.24 | 7.47 | 7.68 | 7.86  | 8.03  | 8.18  |
| 9   | .05      | 3.20 | 3.95 | 4.41 | 4.76 | 5.02 | 5.24 | 5.43 | 5.59 | 5.74  | 5.87  | 5.98  |
|     | .01      | 4.60 | 5.43 | 5.96 | 6.35 | 6.66 | 6.91 | 7.13 | 7.33 | 7.49  | 7.65  | 7.78  |
| 10  | .05      | 3.15 | 3.88 | 4.33 | 4.65 | 4.91 | 5.12 | 5.30 | 5.46 | 5.60  | 5.72  | 5.83  |
|     | .01      | 4.48 | 5.27 | 5.77 | 6.14 | 6.43 | 6.67 | 6.87 | 7.05 | 7.21  | 7.36  | 7.49  |
| 11  | .05      | 3.11 | 3.82 | 4.26 | 4.57 | 4.82 | 5.03 | 5.20 | 5.35 | 5.49  | 5.61  | 5.71  |
|     | .01      | 4.39 | 5.15 | 5.62 | 5.97 | 6.25 | 6.48 | 6.67 | 6.84 | 6.99  | 7.13  | 7.25  |
| 12  | .05      | 3.08 | 3.77 | 4.20 | 4.51 | 4.75 | 4.95 | 5.12 | 5.27 | 5.39  | 5.51  | 5.61  |
|     | .01      | 4.32 | 5.05 | 5.50 | 5.84 | 6.10 | 6.32 | 6.51 | 6.67 | 6.81  | 6.94  | 7.06  |
| 13  | .05      | 3.06 | 3.73 | 4.15 | 4.45 | 4.69 | 4.88 | 5.05 | 5.19 | 5.32  | 5.43  | 5.53  |
|     | .01      | 4.26 | 4.96 | 5.40 | 5.73 | 5.98 | 6.19 | 6.37 | 6.53 | 6.67  | 6.79  | 6.90  |
| 14  | .05      | 3.03 | 3.70 | 4.11 | 4.41 | 4.64 | 4.83 | 4.99 | 5.13 | 5.25  | 5.36  | 5.46  |
|     | .01      | 4.21 | 4.89 | 5.32 | 5.63 | 5.88 | 6.08 | 6.26 | 6.41 | 6.54  | 6.66  | 6.77  |
| 15  | .05      | 3.01 | 3.67 | 4.08 | 4.37 | 4.59 | 4.78 | 4.94 | 5.08 | 5.20  | 5.31  | 5.40  |
|     | .01      | 4.17 | 4.84 | 5.25 | 5.56 | 5.80 | 5.99 | 6.16 | 6.31 | 6.44  | 6.55  | 6.66  |
| 16  | .05      | 3.00 | 3.65 | 4.05 | 4.33 | 4.56 | 4.74 | 4.90 | 5.03 | 5.15  | 5.26  | 5.35  |
|     | .01      | 4.13 | 4.79 | 5.19 | 5.49 | 5.72 | 5.92 | 6.08 | 6.22 | 6.35  | 6.46  | 6.56  |
| 17  | .05      | 2.98 | 3.63 | 4.02 | 4.30 | 4.52 | 4.70 | 4.86 | 4.99 | 5.11  | 5.21  | 5.31  |
|     | .01      | 4.10 | 4.74 | 5.14 | 5.43 | 5.66 | 5.85 | 6.01 | 6.15 | 6.27  | 6.38  | 6.48  |
| 18  | .05      | 2.97 | 3.61 | 4.00 | 4.28 | 4.49 | 4.67 | 4.82 | 4.96 | 5.07  | 5.17  | 5.27  |
|     | .01      | 4.07 | 4.70 | 5.09 | 5.38 | 5.60 | 5.79 | 5.94 | 6.08 | 6.20  | 6.31  | 6.41  |
| 19  | .05      | 2.96 | 3.59 | 3.98 | 4.25 | 4.47 | 4.65 | 4.79 | 4.92 | 5.04  | 5.14  | 5.23  |
|     | .01      | 4.05 | 4.67 | 5.05 | 5.33 | 5.55 | 5.73 | 5.89 | 6.02 | 6.14  | 6.25  | 6.34  |
| 20  | .05      | 2.95 | 3.58 | 3.96 | 4.23 | 4.45 | 4.62 | 4.77 | 4.90 | 5.01  | 5.11  | 5.20  |
|     | .01      | 4.02 | 4.64 | 5.02 | 5.29 | 5.51 | 5.69 | 5.84 | 5.97 | 6.09  | 6.19  | 6.28  |
| 24  | .05      | 2.92 | 3.53 | 3.90 | 4.17 | 4.37 | 4.54 | 4.68 | 4.81 | 4.92  | 5.01  | 5.10  |
|     | .01      | 3.96 | 4.55 | 4.91 | 5.17 | 5.37 | 5.54 | 5.69 | 5.81 | 5.92  | 6.02  | 6.11  |
| 30  | .05      | 2.89 | 3.49 | 3.85 | 4.10 | 4.30 | 4.46 | 4.60 | 4.72 | 4.82  | 4.92  | 5.00  |
|     | .01      | 3.89 | 4.45 | 4.80 | 5.05 | 5.24 | 5.40 | 5.54 | 5.65 | 5.76  | 5.85  | 5.93  |
| 40  | .05      | 2.86 | 3.44 | 3.79 | 4.04 | 4.23 | 4.39 | 4.52 | 4.63 | 4.73  | 4.82  | 4.90  |
|     | .01      | 3.82 | 4.37 | 4.70 | 4.93 | 5.11 | 5.26 | 5.39 | 5.50 | 5.60  | 5.69  | 5.76  |
| 60  | .05      | 2.83 | 3.40 | 3.74 | 3.98 | 4.16 | 4.31 | 4.44 | 4.55 | 4.65  | 4.73  | 4.81  |
|     | .01      | 3.76 | 4.28 | 4.59 | 4.82 | 4.99 | 5.13 | 5.25 | 5.36 | 5.45  | 5.53  | 5.60  |
| 120 | .05      | 2.80 | 3.36 | 3.68 | 3.92 | 4.10 | 4.24 | 4.36 | 4.47 | 4.56  | 4.64  | 4.71  |
|     | .01      | 3.70 | 4.20 | 4.50 | 4.71 | 4.87 | 5.01 | 5.12 | 5.21 | 5.30  | 5.37  | 5.44  |
|     | .05      | 2.77 | 3.31 | 3.63 | 3.86 | 4.03 | 4.17 | 4.29 | 4.39 | 4.47  | 4.55  | 4.62  |
|     | .01      | 3.64 | 4.12 | 4.40 | 4.60 | 4.76 | 4.88 | 4.99 | 5.08 | 5.16  | 5.23  | 5.29  |

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



[This question paper contains 28 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 5213

H

Unique Paper Code : 2272102403

Name of the Paper : Introductory Econometrics

Name of the Course : B.A. (Hons.) Economics (NEP-UGCF-2022)-  
DSCC-12

Semester : IV

Duration : 3 Hour

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Question 1 is compulsory. Answer any **four** questions from the rest of the **six** questions. In total, **five** questions to be answered.
3. Use of simple calculator is permitted.
4. All intermediate calculations should be rounded off to four decimal places. The values provided in statistical tables should not be rounded off. All final calculations should be rounded off to two decimal places.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रश्न 1 अनिवार्य है। शेष छह प्रश्नों में से किसी चार प्रश्नों के उत्तर दीजिए। कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर देने हैं।
3. साधारण कैलकुलेटर उपयोग की अनुमति है।
4. सभी मध्यवर्ती गणनाएँ चार दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित की जानी चाहिए। सांख्यिकीय तालिकाओं में दिए गए मानों को पूर्णांकित नहीं किया जाना चाहिए। सभी अंतिम गणनाएँ दो दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित की जानी चाहिए।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

1. State whether the following statements are true or false. Give reasons for your answer.

- (a) For an OLS estimated regression equation,  $\hat{Y}_i = b_1 + b_2X_i$ , the sum of the product of the residuals and mean deviation of the explanatory variable is zero.
- (b) Ceteris paribus, the higher the VIF (Variance Inflation Factor), the smaller is the variances of OLS estimators.
- (c) For an OLS estimated regression equation,  $\hat{Y}_i = b_1 + b_2X_i$ , if we multiply both Y and X by 1000 and re-estimate two variable regression model, the intercept coefficient will increase by 1000 times.
- (d) For a three variable regression model, TSS is always equal to the sum of ESS and RSS.
- (e) It can easily happen that F statistic is significant while t statistics of explanatory variables are not significant.
- (f) In a regression model with intercept, number of dummies for each qualitative variable must be one less than the number of categories of that variable.

(3×6)

निम्नलिखित कथन सत्य हैं या असत्य। कारण सहित उत्तर दीजिए।

- (क) एक ओएलएस (OLS) के लिए अनुमानित प्रतिगमन समीकरण  $\hat{Y}_i = b_1 + b_2X_i$  है, अवशिष्ट के गुणनफल का योग और व्याख्यात्मक चर का माध्य विचलन शून्य है।



(ख) सेटेरिस परिबस. (Ceteris paribus), VIF (विचरण मुद्रास्फीति कारक) जितना उच्च होगा, ओएलएस अनुमानक के प्रसरण उतने ही छोटे होंगे।

(ग) एक ओएलएस के लिए अनुमानित प्रतिगमन समीकरण  $\hat{Y}_i = b_1 + b_2 X_i$  है, यदि हम  $Y$  और  $X$  दोनों को 1000 से गुणा करते हैं और दो चर प्रतिगमन मॉडल का पुनः अनुमान लगाते हैं, तो अवरोधन गुणांक 1000 गुना बढ़ जाएगा।

(घ) तीन चर प्रतिगमन मॉडल के लिए, टीएसएस हमेशा ईएसएस और आरएसएस के योग के बराबर होता है।

(ङ) यह आसानी से हो सकता है कि  $F$  सांख्यिकी महत्वपूर्ण है जबकि व्याख्यात्मक चर की  $t$  सांख्यिकी महत्वपूर्ण नहीं हैं।

(च) अवरोधन के साथ एक प्रतिगमन मॉडल में, प्रत्येक गुणात्मक चर के लिए डमी की संख्या उस चर की श्रेणियों की संख्या से एक कम होनी चाहिए।

2. Using data for 110 schools the following model of monthly expenditure incurred by a school was estimated :

$$\log(\hat{Y})_i = 138.8 - 1.571 D_i + 0.808 X_i - 0.0944 D_i X_i$$

$$t = (2.864) \quad (-1.06) \quad (13.466) \quad (-2.04)$$

$Y_i$  = annual expenditure incurred by a school, in thousands of rupees  $X_i$  = number

of students in the school  $D_i = \begin{cases} 1 & \text{if government school} \\ 0 & \text{if private school} \end{cases}$

(i) Write the regression equation for government school and private school separately. Also, interpret the slope coefficient of two categories.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (ii) Check the statistical significance of differential intercept coefficient and slope drifter at 10% level of significance. Based on the conclusion of these tests, draw the population regression lines for the government and private schools.
- (iii) Test the hypothesis that the population error term is normally distributed at 1% level of significance when it is given that for the residuals, skewness is 0.28 and the value of kurtosis is 2. Also, in classical linear regression model, what is the rationale for the assumption that population error term follows normal distribution? (6,6,6)

110 स्कूलों के डेटा का उपयोग करते हुए, किसी स्कूल द्वारा किए गए मासिक व्यय के निम्नलिखित मॉडल का अनुमान लगाया गया था :

$$\log(Y)_i = 138.8 - 1.571 D_i + 0.808 X_i - 0.0944 D_i X_i$$

$$t = \quad (2.864) \quad (-1.06) \quad (13.466) \quad (-2.04)$$

$Y_i$  = स्कूल द्वारा किया गया वार्षिक व्यय, हजार रुपये में

$X_i$  = स्कूल में विद्यार्थियों की संख्या

$$D_i = \begin{cases} 1 & \text{यदि सरकारी स्कूल है} \\ 0 & \text{यदि निजी स्कूल है} \end{cases}$$

- (i) सरकारी स्कूल और निजी स्कूल के लिए अलग-अलग प्रतिगमन समीकरण लिखिए। इसके अलावा, दोनों श्रेणियों के ढलान गुणांक की व्याख्या कीजिए।



(ii) महत्व के 10% स्तर पर अंतर अवरोधन गुणांक और दलान डिफ्टर के सांख्यिकीय महत्व की जाँच कीजिए। इन परीक्षणों के निष्कर्ष के आधार पर, सरकारी और निजी स्कूलों के लिए जनसंख्या प्रतिगमन रेखाएँ खींचिए।

(iii) इस परिकल्पना का परीक्षण कीजिए कि जनसंख्या त्रुटि शब्द सामान्य रूप से महत्व के 1% स्तर पर वितरित किया जाता है जब अयशिश्टों, विषमता के लिए 0.28 है और पृथुशीर्षत्व का मान 2 दिया जाता है। इसके अलावा, शास्त्रीय रैखिक प्रतिगमन मॉडल में, इस धारणा के लिए तर्क क्या है कि जनसंख्या त्रुटि शब्द सामान्य वितरण का अनुसरण करता है?

3. (a) For estimating the Phillips curves for the United States from 1958 to 1969 the following regression was obtained :

$$\begin{aligned} Y_t &= -0.2594 + 20.5880 \frac{1}{X_t} \\ t &= (-0.2572) \quad (4.3996) \\ R^2 &= 0.6594, d = 0.6394 \end{aligned}$$

Y = Rate of change of money wages in percent

X = Unemployment rate in percent

- (i) Interpret the intercept estimate. Is there any evidence of first order autocorrelation in the residuals at 5% level of significance?
  - (ii) Outline the method of estimation that will produce BLUE estimators in the presence of first order autocorrelation.
- (b) Consider the following regression function on sales revenue for a particular firm for last 10 months, as estimated by OLS :

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

$$\hat{Y}_t = 51.508 + 0.054 X_t$$

$$se = (4.03) \quad (0.04)$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = 1.02$$

$$\bar{X} = 25 \quad \sum X_t^2 = 6500$$

Y is the monthly sales revenue in billions of dollars

X is the monthly expenditure on advertising in millions of dollars.

Find the predicted mean sales revenue if the advertising expenditure for the firm in the next month is 30 million dollars. Also, find the 99% confidence interval for the true predicted mean of sales revenue corresponding to 30 million dollars advertising expenditure. (6+6,6)

(क) 1958 से 1969 तक संयुक्त राज्य अमेरिका के लिए फिलिप्स वक्र का अनुमान लगाने के लिए निम्नलिखित प्रतिगमन प्राप्त किया गया था :

$$\hat{Y}_t = -0.2594 + 20.5880 \frac{1}{X_t}$$

$$t = (-0.2572) \quad (4.3996)$$

$$R^2 = 0.6594, d = 0.6394$$

Y = मुद्रा मजदूरी के परिवर्तन की दर प्रतिशत में

X = बेरोजगारी दर प्रतिशत में

(i) अवरोधन अनुमान की व्याख्या कीजिए। क्या 5% स्तर के महत्व पर अवशिष्टों में प्रथम क्रम के स्वतः सहसंबंध का कोई प्रमाण है?



(ii) पहले क्रम के स्वसहसंबंध की उपस्थिति में 'ब्लू' अनुमानक देने वाली अनुमान विधि की रूपरेखा तैयार कीजिए।

(ख) पिछले 10 महीनों के लिए किसी विशेष फर्म के लिए बिक्री राजस्व पर निम्नलिखित प्रतिगमन फलन पर विचार कीजिए, जैसा कि ओएलएस द्वारा अनुमानित है :

$$\hat{Y}_t = 51.508 + 0.054 X_t$$

$$se = (4.03) \quad (0.04)$$

$$\hat{\sigma}_u^2 = 1.02$$

$$\bar{X} = 25 \quad \sum X_t^2 = 6500$$

Y बिलियन डॉलर में मासिक बिक्री राजस्व है

X मिलियन डॉलर में विज्ञापन पर मासिक खर्च है

यदि अगले महीने में फर्म का विज्ञापन व्यय 30 मिलियन डॉलर है, तो अनुमानित औसत बिक्री राजस्व ज्ञात कीजिए। इसके अलावा, 30 मिलियन डॉलर के विज्ञापन व्यय के अनुरूप बिक्री राजस्व के वास्तविक अनुमानित औसत के लिए 99% कॉन्फिडेंस इंटरवल ज्ञात कीजिए।

4. In a regression of housing expenditure in rupees ( $Y_i$ ) on annual income of families in rupees ( $X_i$ ) for a sample of 27 families, the following results were obtained :

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

| Variable      | Coefficients | Standard Error |
|---------------|--------------|----------------|
| X             | 0.121        | 0.009          |
| Constant      | 3.803        | 4.570          |
| n = 27        |              |                |
| $R^2 = 0.776$ |              |                |

On plotting the residuals against  $X_i$ , it was found that the variance of the residuals increased with  $X_i$ .

- (i) What problem does this indicate? Name any one test for its detection and explain the steps to conduct this test.
  - (ii) What are the consequences of this problem for OLS estimators? Which type of dataset is more likely to be characterized by this problem?
  - (iii) Explain the estimation process of Weighted Least Squares with unknown error variances in this context where error variance is proportional to  $X^2$ . Also, mention which is the intercept and slope parameter in the transformed model and how do we get back to the original model.
- (6,6,6)

27 परिवारों के नमूने के लिए  $(X_i)$  रुपये की परिवारों की वार्षिक आय में से  $(Y_i)$  रुपये के आवास व्यय के प्रतिगमन में, निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए थे :



| चर            | गुणांक | मानक त्रुटि |
|---------------|--------|-------------|
| X             | 0.121  | 0.009       |
| स्थिरांक      | 3.803  | 4.570       |
| n = 27        |        |             |
| $R^2 = 0.776$ |        |             |

$X_1$  के समक्ष अवशिष्टों को रखे जाने पर यह पाया गया कि अवशिष्टों के विचरण में  $X_1$  की वृद्धि हुई है।

- (i) यह किस समस्या को इंगित करता है? इसकी पहचान के लिए किसी एक परीक्षण का नाम बताइए और इस परीक्षण को करने के चरणों की व्याख्या कीजिए।
  - (ii) ओएलएस अनुमानक के लिए इस समस्या के परिणाम क्या हैं? इस समस्या से किस प्रकार के आंकड़ा समुच्चय की विशेषता होने की अधिक संभावना है?
  - (iii) इस संदर्भ में अज्ञात त्रुटि भिन्नताओं के साथ भारित कम से कम वर्गों की अनुमान प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए जहां त्रुटि विचरण  $X^2$  के समानुपाती है। इसके अलावा, रूपांतरित मॉडल में अवरोधन और दलान पैरामीटर कौन-सा होता है और हम मूल मॉडल पर वापस कैसे आते हैं, इसका उल्लेख कीजिए।
5. (a) Suppose a third-degree polynomial regression was fitted to a cost-output model for 18 firms and the following results were obtained :

$$\widehat{Cost}_i = 141.7667 + 0.208 Q_i - 0.086 Q_i^2 + 0.0054 Q_i^3$$

$$se = (6.37) \quad (4.78) \quad (2.98) \quad (6.98)$$

$Q_i$  is the output of the  $i^{th}$  firm.

- (i) If cost curves are to have U-shaped average and marginal cost curves, then what are your a priori expectations about the intercept and slope estimators? Check if these a priori expectations are satisfied for the given model.
- (ii) Interpret the estimated slope coefficient of  $Q^2$  and test its significance at 10% level of significance.
- (b) Let  $Y$  be the Gross National Product,  $X_2$  be the Exports,  $X_3$  be the Imports and  $X_4$  be the Net Exports in the following relationship:

$$Y_i = B_1 + B_2 X_{2i} + B_3 X_{3i} + B_4 X_{4i} + U_i$$

Which assumptions of Classical Linear Regression Model is violated here? If you estimate this equation by ordinary least squares, then which of the parameters can be estimated? Explain. (6+6,6)

- (क) मान लीजिए कि एक तृतीय-डिग्री बहुपद प्रतिगमन को 18 फर्मों के लिए लागत-आउटपुट मॉडल में फिट किया गया था जिससे निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किए गए थे :

$$\widehat{Cost}_i = 141.7667 + 0.208 Q_i - 0.086 Q_i^2 + 0.0054 Q_i^3$$

$$se = (6.37) \quad (4.78) \quad (2.98) \quad (6.98)$$

$Q_i$ ,  $i^{th}$  फर्म का आउटपुट है।



- (i) यदि लागत वक्रों में यू-आकार का औसत और सीमांत लागत वक्र होते हैं, तो आप अवरोधन और ढलान अनुमानक के बारे में प्राथमिकता की क्या अपेक्षा कर रहे हैं? क्या दी गई प्राथमिकता अपेक्षाएं दिए गए मॉडल को संतुष्ट करती हैं।
- (ii)  $Q^2$  के अनुमानित ढलान गुणांक की व्याख्या कीजिए और महत्ता के 10% स्तर पर इसके महत्ता का परीक्षण कीजिए।
- (ख) मान लीजिए  $Y$  सकल राष्ट्रीय उत्पाद है,  $X_2$  निर्यात है, आयात  $X_3$  है और निम्नलिखित संबंध में शुद्ध निर्यात  $X_4$  हैं:

$$Y_i = B_1 + B_2 X_{2i} + B_3 X_{3i} + B_4 X_{4i} + U_i$$

यहां शास्त्रीय रेखीय प्रतिगमन मॉडल की कौन-सी मान्यताओं का उल्लंघन किया गया है? यदि आप इस समीकरण का अनुमान साधारण न्यूनतम वर्गों से लगाते हैं, तो किस पैरामीटर का अनुमान लगाया जा सकता है? स्पष्ट कीजिए।

6. (a) For a particular cafeteria, the following equation was estimated using yearly data on cups of chocolate flavoured cold coffee sold :

$$\log(\widehat{Q}_t) = 1.534 - 0.250 \log(P_t) + 0.025 \log(P_t^{**})$$

$$se = (0.2001) \quad (0.240) \quad (0.016)$$

$$R^2 = 0.804 \quad TSS = 4803$$

Where

$Q_t$  = cups of chocolate flavoured cold coffee sold

$P_t$  = price (in rupees) per cup of chocolate flavoured cold coffee

$P_t^{**}$  = price (in rupees) per cup of vanilla flavoured cold coffee

$t = 1991-2023$

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

Note that all cups in the cafeteria are of same size.

- (i) What can you say about the own-price and cross-price elasticity of demand for chocolate flavoured coffee? Test the hypothesis that the own price elasticity of demand of chocolate flavoured coffee is unitary elastic at 10% level of significance.
- (ii) Draw the ANOVA table for the regression equation. Also calculate  $\bar{R}^2$ .
- (b) Explain the statement "It is better to include irrelevant variables than to exclude relevant ones". (6+6,6)

(क) एक विशेष कैफेटेरिया के लिए, चॉकलेट फ्लेवर्ड कोल्ड कॉफी के बेचे गए कप से संबंधित वार्षिक डेटा का उपयोग करके निम्नलिखित समीकरण का अनुमान लगाया गया था :

$$\log(\bar{Q}_t) = 1.534 - 0.250 \log(P_t) + 0.025 \log(P_t^{**})$$

$$se = (0.2001) \quad (0.240) \quad (0.016)$$

$$R^2 = 0.804 \quad TSS = 4803$$

जहाँ

$Q_t$  = चॉकलेट फ्लेवर्ड कोल्ड कॉफी के बेचे गए कप

$P_t$  = प्रति कप चॉकलेट फ्लेवर्ड कोल्ड कॉफी की कीमत (रुपये में)

$P_t^{**}$  = वनीला फ्लेवर्ड कोल्ड कॉफी की प्रति कप कीमत (रुपये में)

$t = 1991-2023$

नोट कीजिए कि कैफेटेरिया में सभी कप एक ही आकार के हैं।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(i) चॉकलेट फ्लेवर्ड कॉफी की माँग की स्वयं की कीमत और क्रॉस-कीमत लोच के बारे में आप क्या कहेंगे? इस परिकल्पना का परीक्षण कीजिए कि चॉकलेट फ्लेवर्ड कॉफी की माँग की अपनी कीमत लोच महत्ता के 10% स्तर पर एकात्मक लोचदार है।

(ii) प्रतिगमन समीकरण के लिए एनोवा तालिका तैयार कीजिए साथ ही  $\bar{R}^2$  की भी गणना कीजिए।

(स्व) “प्रासंगिक चर को बाहर करने की तुलना में अप्रासंगिक चर को शामिल करना बेहतर है”। इस कथन की व्याख्या कीजिए।

7. (a) Explain the steps involved in performing Ramsey's RESET test for model specification.
- (b) Using data collected from 1990 to 2022, for a particular country, the following equation was estimated using OLS :

$$\hat{Y}_t = 4.47 + 0.34 \log X_{2t} - 1.22 \log X_{3t}$$

$$t = (4.28) \quad (5.31) \quad (-0.98)$$

$$R^2 = 0.9987$$

$Y$  = Child Mortality Rate

$X_2$  = Female Literacy Rate

$X_3$  = Per Capita GNP

- (i) Are the regression results in conformity with your a priori expectations? If not, what can be the reason behind it? Explain any three remedies to overcome this problem.

- (ii) Now suppose the researcher regressed female literacy rate on per capita GNP and in this second regression, the  $R^2$  is 0.5284. Do you think that the reason that you suggested in (i) is significantly present in the model, at 5% level of significance? If your answer is yes, then do you think that the presence of this is necessarily bad? (6,6+6)

- (क) मॉडल विनिर्देश के लिए तैमसे के रीसेट परीक्षण करने में शामिल चरणों की व्याख्या कीजिए।  
 (ख) किसी विशेष देश के लिए 1990 से 2022 तक एकत्र किए गए डेटा का उपयोग करते हुए, ओएलएस का उपयोग करके निम्नलिखित समीकरण का

$$\hat{Y}_i = 4.47 + 0.34 \log X_{2i} - 1.24 \log X_{3i}$$

$$t = (4.28) \quad (5.31) \quad (-0.98)$$

$$R^2 = 0.9987$$

$Y$  = बाल मृत्यु दर

$X_2$  = महिला साक्षरता दर

$X_3$  = प्रति व्यक्ति सकल राष्ट्रीय उत्पाद (जीएनपी)

- (i) क्या प्रतिगमन परिणाम आपकी प्राथमिकता अपेक्षाओं के अनुरूप हैं? यदि नहीं, तो इसके पीछे क्या कारण हो सकता है? इस समस्या को दूर करने के कोई तीन उपाय बताइए।  
 (ii) अब मान लीजिए कि शोधकर्ता ने प्रति व्यक्ति जीएनपी पर महिला साक्षरता दर को छोड़ दिया और इस दूसरे प्रतिगमन में,  $R^2$ , 0.5284 है। क्या आपको लगता है कि आपने (i) में जो कारण सुझाया है, वह मॉडल में 5% महत्ता स्तर पर महत्वपूर्ण रूप से मौजूद है? यदि आपका उत्तर हाँ है, तो क्या आपको लगता है कि इसकी उपस्थिति निश्चित रूप से खराब है?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

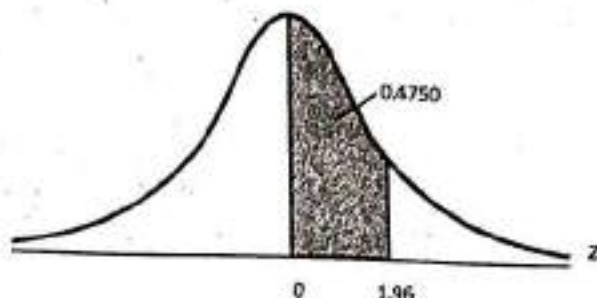


TABLE E-1a AREAS UNDER THE STANDARDIZED NORMAL DISTRIBUTION

Example

$$\Pr(0 \leq Z \leq 1.96) = 0.4750$$

$$\Pr(Z \geq 1.96) = 0.5 - 0.4750 = 0.025$$



| Z   | .00   | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .0000 | .0040 | .0080 | .0120 | .0160 | .0199 | .0239 | .0279 | .0319 | .0359 |
| 0.1 | .0398 | .0438 | .0478 | .0517 | .0557 | .0596 | .0636 | .0675 | .0714 | .0753 |
| 0.2 | .0793 | .0832 | .0871 | .0910 | .0948 | .0987 | .1026 | .1064 | .1103 | .1141 |
| 0.3 | .1179 | .1217 | .1255 | .1293 | .1331 | .1368 | .1406 | .1443 | .1480 | .1517 |
| 0.4 | .1554 | .1591 | .1628 | .1664 | .1700 | .1736 | .1772 | .1808 | .1844 | .1879 |
| 0.5 | .1915 | .1950 | .1985 | .2019 | .2054 | .2088 | .2123 | .2157 | .2190 | .2224 |
| 0.6 | .2257 | .2291 | .2324 | .2357 | .2389 | .2422 | .2454 | .2486 | .2517 | .2549 |
| 0.7 | .2580 | .2611 | .2642 | .2673 | .2704 | .2734 | .2764 | .2794 | .2823 | .2852 |
| 0.8 | .2881 | .2910 | .2939 | .2967 | .2995 | .3023 | .3051 | .3078 | .3106 | .3133 |
| 0.9 | .3150 | .3186 | .3212 | .3238 | .3264 | .3289 | .3315 | .3340 | .3365 | .3389 |
| 1.0 | .3413 | .3438 | .3461 | .3485 | .3508 | .3531 | .3554 | .3577 | .3599 | .3621 |
| 1.1 | .3643 | .3665 | .3686 | .3708 | .3729 | .3749 | .3770 | .3790 | .3810 | .3830 |
| 1.2 | .3849 | .3869 | .3888 | .3907 | .3925 | .3944 | .3962 | .3980 | .3997 | .4015 |
| 1.3 | .4032 | .4049 | .4066 | .4082 | .4099 | .4115 | .4131 | .4147 | .4162 | .4177 |
| 1.4 | .4192 | .4207 | .4222 | .4236 | .4251 | .4265 | .4279 | .4292 | .4306 | .4319 |
| 1.5 | .4332 | .4345 | .4357 | .4370 | .4382 | .4394 | .4406 | .4418 | .4429 | .4441 |
| 1.6 | .4452 | .4463 | .4474 | .4484 | .4495 | .4505 | .4515 | .4525 | .4535 | .4545 |
| 1.7 | .4554 | .4564 | .4573 | .4582 | .4591 | .4599 | .4608 | .4616 | .4625 | .4633 |
| 1.8 | .4641 | .4649 | .4656 | .4664 | .4671 | .4678 | .4686 | .4693 | .4699 | .4706 |
| 1.9 | .4713 | .4719 | .4726 | .4732 | .4738 | .4744 | .4750 | .4756 | .4761 | .4767 |
| 2.0 | .4772 | .4778 | .4783 | .4788 | .4793 | .4798 | .4803 | .4808 | .4812 | .4817 |
| 2.1 | .4821 | .4826 | .4830 | .4834 | .4838 | .4842 | .4846 | .4850 | .4854 | .4857 |
| 2.2 | .4861 | .4864 | .4868 | .4871 | .4875 | .4878 | .4881 | .4884 | .4887 | .4890 |
| 2.3 | .4893 | .4896 | .4898 | .4901 | .4904 | .4906 | .4909 | .4911 | .4913 | .4916 |
| 2.4 | .4918 | .4920 | .4922 | .4925 | .4927 | .4929 | .4931 | .4932 | .4934 | .4936 |
| 2.5 | .4938 | .4940 | .4941 | .4943 | .4945 | .4946 | .4948 | .4949 | .4951 | .4952 |
| 2.6 | .4953 | .4955 | .4956 | .4957 | .4959 | .4960 | .4961 | .4962 | .4963 | .4964 |
| 2.7 | .4965 | .4966 | .4967 | .4968 | .4969 | .4970 | .4971 | .4972 | .4973 | .4974 |
| 2.8 | .4974 | .4975 | .4976 | .4977 | .4977 | .4978 | .4979 | .4979 | .4980 | .4981 |
| 2.9 | .4981 | .4982 | .4982 | .4983 | .4984 | .4984 | .4985 | .4985 | .4986 | .4986 |
| 3.0 | .4987 | .4987 | .4987 | .4988 | .4988 | .4989 | .4989 | .4989 | .4990 | .4990 |

Note: This table gives the area in the right-hand tail of the distribution (i.e.,  $Z \geq 0$ ). But since the normal distribution is symmetrical about  $Z = 0$ , the area in the left-hand tail is the same as the area in the corresponding right-hand tail. For example,  $P(-1.96 \leq Z \leq 0) = 0.4750$ . Therefore,  $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 2(0.4750) = 0.95$ .

TABLE E-2

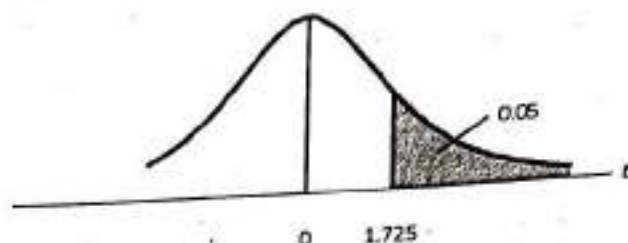
PERCENTAGE POINTS OF THE  $t$  DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(t > 2.086) = 0.025$$

$$\Pr(t > 1.725) = 0.05 \quad \text{for d.f.} = 20$$

$$\Pr(|t| > 1.725) = 0.10$$



| Pr<br>d.f. | 0.25<br>0.50 | 0.10<br>0.20 | 0.05<br>0.10 | 0.025<br>0.05 | 0.01<br>0.02 | 0.005<br>0.010 | 0.001<br>0.002 |
|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 1          | 1.000        | 3.078        | 6.314        | 12.706        | 31.821       | 63.657         | 318.31         |
| 2          | 0.816        | 1.886        | 2.920        | 4.303         | 6.965        | 9.925          | 22.327         |
| 3          | 0.765        | 1.638        | 2.353        | 3.182         | 4.541        | 5.841          | 10.214         |
| 4          | 0.741        | 1.533        | 2.132        | 2.776         | 3.747        | 4.604          | 7.173          |
| 5          | 0.727        | 1.476        | 2.015        | 2.571         | 3.365        | 4.032          | 5.893          |
| 6          | 0.718        | 1.440        | 1.943        | 2.447         | 3.143        | 3.707          | 5.208          |
| 7          | 0.711        | 1.415        | 1.895        | 2.365         | 2.998        | 3.499          | 4.785          |
| 8          | 0.706        | 1.397        | 1.860        | 2.306         | 2.896        | 3.355          | 4.501          |
| 9          | 0.703        | 1.383        | 1.833        | 2.262         | 2.821        | 3.250          | 4.297          |
| 10         | 0.700        | 1.372        | 1.812        | 2.228         | 2.764        | 3.169          | 4.144          |
| 11         | 0.697        | 1.363        | 1.796        | 2.201         | 2.718        | 3.106          | 4.025          |
| 12         | 0.695        | 1.356        | 1.782        | 2.179         | 2.681        | 3.055          | 3.930          |
| 13         | 0.694        | 1.350        | 1.771        | 2.160         | 2.650        | 3.012          | 3.852          |
| 14         | 0.692        | 1.345        | 1.761        | 2.145         | 2.624        | 2.977          | 3.787          |
| 15         | 0.691        | 1.341        | 1.753        | 2.131         | 2.602        | 2.947          | 3.733          |
| 16         | 0.690        | 1.337        | 1.746        | 2.120         | 2.583        | 2.921          | 3.686          |
| 17         | 0.689        | 1.333        | 1.740        | 2.110         | 2.567        | 2.898          | 3.646          |
| 18         | 0.688        | 1.330        | 1.734        | 2.101         | 2.552        | 2.878          | 3.610          |
| 19         | 0.688        | 1.328        | 1.729        | 2.093         | 2.539        | 2.861          | 3.579          |
| 20         | 0.687        | 1.325        | 1.725        | 2.086         | 2.528        | 2.845          | 3.552          |
| 21         | 0.686        | 1.323        | 1.721        | 2.080         | 2.518        | 2.831          | 3.527          |
| 22         | 0.686        | 1.321        | 1.717        | 2.074         | 2.508        | 2.819          | 3.505          |
| 23         | 0.685        | 1.319        | 1.714        | 2.069         | 2.500        | 2.807          | 3.485          |
| 24         | 0.685        | 1.318        | 1.711        | 2.064         | 2.492        | 2.797          | 3.467          |
| 25         | 0.684        | 1.316        | 1.708        | 2.060         | 2.485        | 2.787          | 3.450          |
| 26         | 0.684        | 1.315        | 1.706        | 2.056         | 2.479        | 2.779          | 3.435          |
| 27         | 0.684        | 1.314        | 1.703        | 2.052         | 2.473        | 2.771          | 3.421          |
| 28         | 0.683        | 1.313        | 1.701        | 2.048         | 2.467        | 2.763          | 3.408          |
| 29         | 0.683        | 1.311        | 1.699        | 2.045         | 2.462        | 2.756          | 3.396          |
| 30         | 0.683        | 1.310        | 1.697        | 2.042         | 2.457        | 2.750          | 3.385          |
| 40         | 0.681        | 1.303        | 1.684        | 2.021         | 2.423        | 2.704          | 3.307          |
| 60         | 0.679        | 1.296        | 1.671        | 2.000         | 2.390        | 2.660          | 3.232          |
| 120        | 0.677        | 1.289        | 1.658        | 1.980         | 2.358        | 2.617          | 3.160          |
| $\infty$   | 0.674        | 1.282        | 1.645        | 1.960         | 2.326        | 2.576          | 3.090          |

Note: The smaller probability shown at the head of each column is the area in one tail; the larger probability is the area in both tails.

Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 12, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



TABLE E-3 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION

## Example

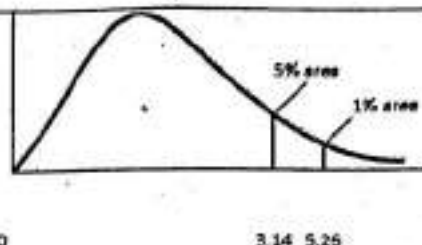
$$\Pr(F > 1.59) = 0.25$$

$$\Pr(F > 2.42) = 0.10$$

$$\Pr(F > 3.14) = 0.05$$

$$\Pr(F > 5.26) = 0.01$$

for d.f.  $N_1 = 10$   
and  $N_2 = 9$



| d.f. for denominator $N_2$ | d.f. for numerator $N_1$ |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                            | Pr                       | 1      | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
| 1                          | .25                      | 5.83   | 7.50   | 8.20   | 8.58   | 8.82   | 8.98   | 9.10   | 9.19   | 9.26   | 9.32   | 9.36   | 9.41   |
|                            | .10                      | 39.90  | 49.50  | 53.60  | 55.80  | 57.20  | 58.20  | 58.90  | 59.40  | 59.90  | 60.20  | 60.50  | 60.70  |
|                            | .05                      | 161.00 | 200.00 | 216.00 | 225.00 | 230.00 | 234.00 | 237.00 | 239.00 | 241.00 | 242.00 | 243.00 | 244.00 |
|                            | .01                      | 161.00 | 200.00 | 216.00 | 225.00 | 230.00 | 234.00 | 237.00 | 239.00 | 241.00 | 242.00 | 243.00 | 244.00 |
| 2                          | .25                      | 2.57   | 3.00   | 3.15   | 3.23   | 3.28   | 3.31   | 3.34   | 3.35   | 3.37   | 3.38   | 3.39   | 3.39   |
|                            | .10                      | 8.53   | 9.00   | 9.16   | 9.24   | 9.29   | 9.33   | 9.35   | 9.37   | 9.38   | 9.39   | 9.40   | 9.41   |
|                            | .05                      | 18.50  | 19.00  | 19.20  | 19.20  | 19.30  | 19.30  | 19.40  | 19.40  | 19.40  | 19.40  | 19.40  | 19.40  |
|                            | .01                      | 98.50  | 99.00  | 99.20  | 99.20  | 99.30  | 99.30  | 99.40  | 99.40  | 99.40  | 99.40  | 99.40  | 99.40  |
| 3                          | .25                      | 2.02   | 2.28   | 2.36   | 2.39   | 2.41   | 2.42   | 2.43   | 2.44   | 2.44   | 2.44   | 2.45   | 2.45   |
|                            | .10                      | 5.54   | 5.46   | 5.39   | 5.34   | 5.31   | 5.28   | 5.27   | 5.25   | 5.24   | 5.23   | 5.22   | 5.22   |
|                            | .05                      | 10.10  | 9.55   | 9.26   | 9.12   | 9.01   | 8.94   | 8.89   | 8.85   | 8.81   | 8.79   | 8.76   | 8.74   |
|                            | .01                      | 34.10  | 30.80  | 29.50  | 28.70  | 28.20  | 27.90  | 27.70  | 27.50  | 27.30  | 27.20  | 27.10  | 27.10  |
| 4                          | .25                      | 1.81   | 2.00   | 2.05   | 2.06   | 2.07   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   |
|                            | .10                      | 4.54   | 4.32   | 4.19   | 4.11   | 4.05   | 4.01   | 3.98   | 3.95   | 3.94   | 3.92   | 3.91   | 3.90   |
|                            | .05                      | 7.71   | 6.94   | 6.59   | 6.39   | 6.26   | 6.16   | 6.09   | 6.04   | 6.00   | 5.96   | 5.94   | 5.91   |
|                            | .01                      | 21.20  | 18.00  | 16.70  | 16.00  | 15.50  | 15.20  | 15.00  | 14.80  | 14.70  | 14.50  | 14.40  | 14.40  |
| 5                          | .25                      | 1.69   | 1.85   | 1.88   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   |
|                            | .10                      | 4.06   | 3.78   | 3.62   | 3.52   | 3.45   | 3.40   | 3.37   | 3.34   | 3.32   | 3.30   | 3.28   | 3.27   |
|                            | .05                      | 6.61   | 5.79   | 5.41   | 5.19   | 5.05   | 4.95   | 4.88   | 4.82   | 4.77   | 4.74   | 4.71   | 4.68   |
|                            | .01                      | 16.30  | 13.30  | 12.10  | 11.40  | 11.00  | 10.70  | 10.50  | 10.30  | 10.20  | 10.10  | 9.96   | 9.89   |
| 6                          | .25                      | 1.62   | 1.76   | 1.78   | 1.79   | 1.79   | 1.78   | 1.78   | 1.78   | 1.77   | 1.77   | 1.77   | 1.77   |
|                            | .10                      | 3.78   | 3.46   | 3.29   | 3.18   | 3.11   | 3.05   | 3.01   | 2.98   | 2.96   | 2.94   | 2.92   | 2.90   |
|                            | .05                      | 5.99   | 5.14   | 4.76   | 4.53   | 4.39   | 4.28   | 4.21   | 4.15   | 4.10   | 4.06   | 4.03   | 4.00   |
|                            | .01                      | 13.70  | 10.90  | 9.78   | 9.15   | 8.75   | 8.47   | 8.26   | 8.10   | 7.98   | 7.87   | 7.79   | 7.72   |
| 7                          | .25                      | 1.57   | 1.70   | 1.72   | 1.72   | 1.71   | 1.71   | 1.70   | 1.70   | 1.69   | 1.69   | 1.69   | 1.68   |
|                            | .10                      | 3.59   | 3.26   | 3.07   | 2.96   | 2.88   | 2.83   | 2.78   | 2.75   | 2.72   | 2.70   | 2.68   | 2.67   |
|                            | .05                      | 5.59   | 4.74   | 4.35   | 4.12   | 3.97   | 3.87   | 3.79   | 3.73   | 3.68   | 3.64   | 3.60   | 3.57   |
|                            | .01                      | 12.20  | 9.55   | 8.45   | 7.85   | 7.46   | 7.19   | 6.99   | 6.84   | 6.72   | 6.62   | 6.54   | 6.47   |
| 8                          | .25                      | 1.54   | 1.66   | 1.67   | 1.68   | 1.68   | 1.65   | 1.64   | 1.64   | 1.63   | 1.63   | 1.63   | 1.62   |
|                            | .10                      | 3.46   | 3.11   | 2.92   | 2.81   | 2.73   | 2.67   | 2.62   | 2.59   | 2.56   | 2.54   | 2.52   | 2.50   |
|                            | .05                      | 5.32   | 4.46   | 4.07   | 3.84   | 3.69   | 3.58   | 3.50   | 3.44   | 3.39   | 3.35   | 3.31   | 3.28   |
|                            | .01                      | 11.30  | 8.85   | 7.59   | 7.01   | 6.63   | 6.37   | 6.18   | 6.03   | 5.91   | 5.81   | 5.73   | 5.67   |
| 9                          | .25                      | 1.51   | 1.62   | 1.63   | 1.63   | 1.62   | 1.61   | 1.60   | 1.60   | 1.59   | 1.59   | 1.58   | 1.58   |
|                            | .10                      | 3.36   | 3.01   | 2.81   | 2.69   | 2.61   | 2.55   | 2.51   | 2.47   | 2.44   | 2.42   | 2.40   | 2.38   |
|                            | .05                      | 5.12   | 4.26   | 3.86   | 3.63   | 3.48   | 3.37   | 3.29   | 3.23   | 3.18   | 3.14   | 3.10   | 3.07   |
|                            | .01                      | 10.60  | 8.02   | 6.99   | 6.42   | 6.06   | 5.80   | 5.61   | 5.47   | 5.35   | 5.26   | 5.18   | 5.11   |

Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 18, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

| d.f. for numerator $N_1$ |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|----------------------------|
| 15                       | 20     | 24     | 30     | 40     | 50     | 60     | 100    | 120    | 200    | 500    | $Q$    | $Pr$ |                            |
| 9.49                     | 9.58   | 9.63   | 9.67   | 9.71   | 9.74   | 9.76   | 9.78   | 9.80   | 9.82   | 9.84   | 9.85   | .25  | 1                          |
| 61.20                    | 61.70  | 62.00  | 62.30  | 62.50  | 62.70  | 62.80  | 63.00  | 63.10  | 63.20  | 63.30  | 63.30  | .10  |                            |
| 246.00                   | 248.00 | 249.00 | 250.00 | 251.00 | 252.00 | 252.00 | 253.00 | 253.00 | 254.00 | 254.00 | 254.00 | .05  |                            |
| 3.41                     | 3.43   | 3.43   | 3.44   | 3.45   | 3.45   | 3.46   | 3.47   | 3.47   | 3.48   | 3.48   | 3.48   | .25  | 2                          |
| 9.42                     | 9.44   | 9.45   | 9.46   | 9.47   | 9.47   | 9.47   | 9.48   | 9.48   | 9.49   | 9.49   | 9.49   | .10  |                            |
| 19.40                    | 19.40  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | .05  |                            |
| 99.40                    | 99.40  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | .01  | 3                          |
| 2.46                     | 2.46   | 2.46   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | .25  |                            |
| 5.20                     | 5.18   | 5.18   | 5.17   | 5.16   | 5.15   | 5.15   | 5.14   | 5.14   | 5.14   | 5.14   | 5.13   | .10  |                            |
| 8.70                     | 8.66   | 8.64   | 8.62   | 8.59   | 8.56   | 8.57   | 8.55   | 8.55   | 8.54   | 8.53   | 8.53   | .05  | 4                          |
| 26.90                    | 26.70  | 26.60  | 26.50  | 26.40  | 26.40  | 26.30  | 26.20  | 26.20  | 26.20  | 26.10  | 26.10  | .01  |                            |
| 2.08                     | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | .25  |                            |
| 3.87                     | 3.84   | 3.83   | 3.82   | 3.80   | 3.80   | 3.79   | 3.78   | 3.78   | 3.77   | 3.76   | 3.76   | .10  | 5                          |
| 5.86                     | 5.80   | 5.77   | 5.75   | 5.72   | 5.70   | 5.69   | 5.66   | 5.66   | 5.65   | 5.64   | 5.63   | .05  |                            |
| 14.20                    | 14.00  | 13.90  | 13.80  | 13.70  | 13.70  | 13.70  | 13.60  | 13.60  | 13.50  | 13.50  | 13.50  | .01  |                            |
| 1.89                     | 1.88   | 1.88   | 1.88   | 1.88   | 1.88   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | .25  | 6                          |
| 3.24                     | 3.21   | 3.19   | 3.17   | 3.16   | 3.15   | 3.14   | 3.13   | 3.12   | 3.12   | 3.11   | 3.10   | .10  |                            |
| 4.62                     | 4.56   | 4.53   | 4.50   | 4.46   | 4.44   | 4.43   | 4.41   | 4.40   | 4.39   | 4.37   | 4.36   | .05  |                            |
| 9.72                     | 9.55   | 9.47   | 9.38   | 9.29   | 9.24   | 9.20   | 9.13   | 9.11   | 9.08   | 9.04   | 9.02   | .01  | 7                          |
| 1.76                     | 1.76   | 1.75   | 1.75   | 1.75   | 1.75   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | .25  |                            |
| 2.87                     | 2.84   | 2.82   | 2.80   | 2.78   | 2.77   | 2.76   | 2.75   | 2.74   | 2.73   | 2.73   | 2.72   | .10  |                            |
| 3.94                     | 3.87   | 3.84   | 3.81   | 3.77   | 3.75   | 3.74   | 3.71   | 3.70   | 3.69   | 3.68   | 3.67   | .05  | 8                          |
| 7.56                     | 7.40   | 7.31   | 7.23   | 7.14   | 7.09   | 7.06   | 6.99   | 6.97   | 6.93   | 6.90   | 6.88   | .01  |                            |
| 1.68                     | 1.67   | 1.67   | 1.66   | 1.66   | 1.66   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | .25  |                            |
| 2.63                     | 2.59   | 2.58   | 2.56   | 2.54   | 2.52   | 2.51   | 2.50   | 2.49   | 2.48   | 2.48   | 2.47   | .10  | 9                          |
| 3.51                     | 3.44   | 3.41   | 3.38   | 3.34   | 3.32   | 3.30   | 3.27   | 3.27   | 3.25   | 3.24   | 3.23   | .05  |                            |
| 6.31                     | 6.16   | 6.07   | 5.99   | 5.91   | 5.86   | 5.82   | 5.75   | 5.74   | 5.70   | 5.67   | 5.65   | .01  |                            |
| 1.62                     | 1.61   | 1.60   | 1.60   | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | .25  | 10                         |
| 2.46                     | 2.42   | 2.40   | 2.38   | 2.36   | 2.35   | 2.34   | 2.32   | 2.32   | 2.31   | 2.30   | 2.29   | .10  |                            |
| 3.22                     | 3.15   | 3.12   | 3.08   | 3.04   | 3.02   | 3.01   | 2.97   | 2.97   | 2.95   | 2.94   | 2.93   | .05  |                            |
| 5.52                     | 5.36   | 5.28   | 5.20   | 5.12   | 5.07   | 5.03   | 4.96   | 4.95   | 4.91   | 4.88   | 4.86   | .01  | 11                         |
| 1.57                     | 1.56   | 1.56   | 1.55   | 1.55   | 1.54   | 1.54   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | .25  |                            |
| 2.34                     | 2.30   | 2.28   | 2.25   | 2.23   | 2.22   | 2.21   | 2.19   | 2.18   | 2.17   | 2.17   | 2.16   | .10  |                            |
| 3.01                     | 2.94   | 2.90   | 2.86   | 2.83   | 2.80   | 2.79   | 2.76   | 2.75   | 2.73   | 2.72   | 2.71   | .05  | 12                         |
| 4.96                     | 4.81   | 4.73   | 4.65   | 4.57   | 4.52   | 4.48   | 4.42   | 4.40   | 4.36   | 4.33   | 4.31   | .01  |                            |



TABLE E-3 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION (CONTINUED)

| d.f. for<br>denom-<br>inator<br>$N_2$ | d.f. for numerator $N_1$ |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                       | Pr                       | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 10                                    | .25                      | 1.49  | 1.60 | 1.60 | 1.59 | 1.59 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.56 | 1.55 | 1.55 | 1.54 |
|                                       | .10                      | 3.29  | 2.92 | 2.73 | 2.61 | 2.52 | 2.46 | 2.41 | 2.38 | 2.35 | 2.32 | 2.30 | 2.28 |
|                                       | .05                      | 4.96  | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.94 | 2.91 |
|                                       | .01                      | 10.00 | 7.56 | 6.55 | 5.99 | 5.64 | 5.39 | 5.20 | 5.06 | 4.94 | 4.85 | 4.77 | 4.71 |
| 11                                    | .25                      | 1.47  | 1.58 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.53 | 1.52 | 1.52 | 1.51 |
|                                       | .10                      | 3.23  | 2.86 | 2.66 | 2.54 | 2.45 | 2.39 | 2.34 | 2.30 | 2.27 | 2.25 | 2.23 | 2.21 |
|                                       | .05                      | 4.84  | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.82 | 2.79 |
|                                       | .01                      | 9.65  | 7.21 | 6.22 | 5.67 | 5.32 | 5.07 | 4.89 | 4.74 | 4.63 | 4.54 | 4.46 | 4.40 |
| 12                                    | .25                      | 1.46  | 1.56 | 1.56 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.50 | 1.49 |
|                                       | .10                      | 3.18  | 2.81 | 2.61 | 2.48 | 2.39 | 2.33 | 2.28 | 2.24 | 2.21 | 2.19 | 2.17 | 2.15 |
|                                       | .05                      | 4.75  | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.72 | 2.69 |
|                                       | .01                      | 9.33  | 6.93 | 5.95 | 5.41 | 5.06 | 4.82 | 4.64 | 4.50 | 4.39 | 4.30 | 4.22 | 4.16 |
| 13                                    | .25                      | 1.45  | 1.55 | 1.55 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.50 | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.47 |
|                                       | .10                      | 3.14  | 2.76 | 2.56 | 2.43 | 2.35 | 2.28 | 2.23 | 2.20 | 2.16 | 2.14 | 2.12 | 2.10 |
|                                       | .05                      | 4.67  | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.63 | 2.60 |
|                                       | .01                      | 9.07  | 6.70 | 5.74 | 5.21 | 4.86 | 4.62 | 4.44 | 4.30 | 4.19 | 4.10 | 4.02 | 3.96 |
| 14                                    | .25                      | 1.44  | 1.53 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.50 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.45 |
|                                       | .10                      | 3.10  | 2.73 | 2.52 | 2.39 | 2.31 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.05 |
|                                       | .05                      | 4.60  | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.57 | 2.53 |
|                                       | .01                      | 8.86  | 6.51 | 5.56 | 5.04 | 4.69 | 4.46 | 4.28 | 4.14 | 4.03 | 3.94 | 3.86 | 3.80 |
| 15                                    | .25                      | 1.43  | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.44 |
|                                       | .10                      | 3.07  | 2.70 | 2.49 | 2.36 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.12 | 2.09 | 2.06 | 2.04 | 2.02 |
|                                       | .05                      | 4.54  | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.51 | 2.48 |
|                                       | .01                      | 8.68  | 6.36 | 5.42 | 4.89 | 4.56 | 4.32 | 4.14 | 4.00 | 3.89 | 3.80 | 3.73 | 3.67 |
| 16                                    | .25                      | 1.42  | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 1.43 |
|                                       | .10                      | 3.05  | 2.67 | 2.46 | 2.33 | 2.24 | 2.18 | 2.13 | 2.09 | 2.06 | 2.03 | 2.01 | 1.99 |
|                                       | .05                      | 4.49  | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.46 | 2.42 |
|                                       | .01                      | 8.53  | 6.23 | 5.29 | 4.77 | 4.44 | 4.20 | 4.03 | 3.89 | 3.78 | 3.69 | 3.62 | 3.55 |
| 17                                    | .25                      | 1.42  | 1.51 | 1.50 | 1.49 | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.43 | 1.42 | 1.41 |
|                                       | .10                      | 3.03  | 2.64 | 2.44 | 2.31 | 2.22 | 2.15 | 2.10 | 2.06 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.96 |
|                                       | .05                      | 4.45  | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.41 | 2.38 |
|                                       | .01                      | 8.40  | 6.11 | 5.18 | 4.67 | 4.34 | 4.10 | 3.93 | 3.79 | 3.68 | 3.59 | 3.52 | 3.46 |
| 18                                    | .25                      | 1.41  | 1.50 | 1.49 | 1.48 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.40 |
|                                       | .10                      | 3.01  | 2.62 | 2.42 | 2.29 | 2.20 | 2.13 | 2.08 | 2.04 | 2.00 | 1.98 | 1.96 | 1.93 |
|                                       | .05                      | 4.41  | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.37 | 2.34 |
|                                       | .01                      | 8.29  | 6.01 | 5.09 | 4.58 | 4.25 | 4.01 | 3.84 | 3.71 | 3.60 | 3.51 | 3.43 | 3.37 |
| 19                                    | .25                      | 1.41  | 1.49 | 1.49 | 1.47 | 1.46 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 |
|                                       | .10                      | 2.99  | 2.61 | 2.40 | 2.27 | 2.18 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.98 | 1.96 | 1.94 | 1.91 |
|                                       | .05                      | 4.38  | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 |
|                                       | .01                      | 8.18  | 5.93 | 5.01 | 4.50 | 4.17 | 3.94 | 3.77 | 3.63 | 3.52 | 3.43 | 3.36 | 3.30 |
| 20                                    | .25                      | 1.40  | 1.49 | 1.48 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 |
|                                       | .10                      | 2.97  | 2.59 | 2.38 | 2.25 | 2.16 | 2.09 | 2.04 | 2.00 | 1.96 | 1.94 | 1.92 | 1.89 |
|                                       | .05                      | 4.35  | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.28 |
|                                       | .01                      | 8.10  | 5.85 | 4.94 | 4.43 | 4.10 | 3.87 | 3.70 | 3.56 | 3.46 | 3.37 | 3.29 | 3.23 |



| d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|----------------------------|
| 15                       | 20   | 24   | 30   | 40   | 50   | 60   | 100  | 120  | 200  | 500  | $q$  | $P_r$ |                            |
| 1.53                     | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.50 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.48 | .25   | 10                         |
| 2.24                     | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.13 | 2.12 | 2.11 | 2.09 | 2.08 | 2.07 | 2.06 | 2.06 | .10   |                            |
| 2.85                     | 2.77 | 2.74 | 2.70 | 2.66 | 2.64 | 2.62 | 2.59 | 2.58 | 2.56 | 2.55 | 2.54 | .05   |                            |
| 4.56                     | 4.41 | 4.33 | 4.25 | 4.17 | 4.12 | 4.08 | 4.01 | 4.00 | 3.96 | 3.93 | 3.91 | .01   | 11                         |
| 1.50                     | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.47 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.46 | 1.45 | 1.45 | .25   |                            |
| 2.17                     | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.05 | 2.04 | 2.03 | 2.00 | 2.00 | 1.99 | 1.98 | 1.97 | .10   |                            |
| 2.72                     | 2.65 | 2.61 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.49 | 2.46 | 2.45 | 2.43 | 2.42 | 2.40 | .05   | 12                         |
| 4.25                     | 4.10 | 4.02 | 3.94 | 3.86 | 3.81 | 3.78 | 3.71 | 3.69 | 3.66 | 3.62 | 3.60 | .01   |                            |
| 1.48                     | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.42 | 1.42 | .25   |                            |
| 2.10                     | 2.06 | 2.04 | 2.01 | 1.99 | 1.97 | 1.96 | 1.94 | 1.93 | 1.92 | 1.91 | 1.90 | .10   | 13                         |
| 2.62                     | 2.54 | 2.51 | 2.47 | 2.43 | 2.40 | 2.38 | 2.35 | 2.34 | 2.32 | 2.31 | 2.30 | .05   |                            |
| 4.01                     | 3.86 | 3.78 | 3.70 | 3.62 | 3.57 | 3.54 | 3.47 | 3.45 | 3.41 | 3.38 | 3.36 | .01   |                            |
| 1.46                     | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.40 | .25   | 14                         |
| 2.05                     | 2.01 | 1.98 | 1.96 | 1.93 | 1.92 | 1.90 | 1.88 | 1.88 | 1.86 | 1.85 | 1.85 | .10   |                            |
| 2.53                     | 2.46 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.30 | 2.26 | 2.25 | 2.23 | 2.22 | 2.21 | .05   |                            |
| 3.82                     | 3.66 | 3.59 | 3.51 | 3.43 | 3.38 | 3.34 | 3.27 | 3.25 | 3.22 | 3.19 | 3.17 | .01   | 15                         |
| 1.44                     | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | .25   |                            |
| 2.01                     | 1.96 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.87 | 1.86 | 1.83 | 1.83 | 1.82 | 1.80 | 1.80 | .10   |                            |
| 2.46                     | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.22 | 2.19 | 2.18 | 2.16 | 2.14 | 2.13 | .05   | 16                         |
| 3.66                     | 3.51 | 3.43 | 3.35 | 3.27 | 3.22 | 3.18 | 3.11 | 3.09 | 3.06 | 3.03 | 3.00 | .01   |                            |
| 1.43                     | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.36 | .25   |                            |
| 1.97                     | 1.92 | 1.90 | 1.87 | 1.85 | 1.83 | 1.82 | 1.79 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.76 | .10   | 17                         |
| 2.40                     | 2.33 | 2.29 | 2.25 | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.12 | 2.11 | 2.10 | 2.08 | 2.07 | .05   |                            |
| 3.52                     | 3.37 | 3.29 | 3.21 | 3.13 | 3.08 | 3.05 | 2.98 | 2.96 | 2.92 | 2.89 | 2.87 | .01   |                            |
| 1.41                     | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | .25   | 18                         |
| 1.94                     | 1.89 | 1.87 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.74 | 1.73 | 1.72 | .10   |                            |
| 2.35                     | 2.28 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.11 | 2.07 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 2.01 | .05   |                            |
| 3.41                     | 3.26 | 3.18 | 3.10 | 3.02 | 2.97 | 2.93 | 2.86 | 2.84 | 2.81 | 2.78 | 2.75 | .01   | 19                         |
| 1.40                     | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | .25   |                            |
| 1.91                     | 1.86 | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.73 | 1.72 | 1.71 | 1.69 | 1.69 | .10   |                            |
| 2.31                     | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.10 | 2.08 | 2.06 | 2.02 | 2.01 | 1.99 | 1.97 | 1.96 | .05   | 20                         |
| 3.31                     | 3.16 | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.87 | 2.83 | 2.76 | 2.75 | 2.71 | 2.68 | 2.65 | .01   |                            |
| 1.39                     | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.32 | 1.32 | .25   |                            |
| 1.89                     | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.75 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.69 | 1.68 | 1.67 | 1.66 | .10   | 20                         |
| 2.27                     | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 1.98 | 1.97 | 1.95 | 1.93 | 1.92 | .05   |                            |
| 3.23                     | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.78 | 2.75 | 2.68 | 2.66 | 2.62 | 2.59 | 2.57 | .01   |                            |
| 1.38                     | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | .25   | 20                         |
| 1.86                     | 1.81 | 1.79 | 1.76 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.67 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.63 | .10   |                            |
| 2.23                     | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.94 | 1.93 | 1.91 | 1.89 | 1.88 | .05   |                            |
| 3.15                     | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.76 | 2.71 | 2.67 | 2.60 | 2.58 | 2.55 | 2.51 | 2.49 | .01   | 20                         |
| 1.37                     | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.29 | .25   |                            |
| 1.84                     | 1.79 | 1.77 | 1.74 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.65 | 1.64 | 1.63 | 1.62 | 1.61 | .10   |                            |
| 2.20                     | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 1.99 | 1.97 | 1.95 | 1.91 | 1.90 | 1.88 | 1.86 | 1.84 | .05   |                            |
| 3.09                     | 2.94 | 2.86 | 2.78 | 2.69 | 2.64 | 2.61 | 2.54 | 2.52 | 2.48 | 2.44 | 2.42 | .01   |                            |



TABLE E-3 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION (CONTINUED)

| d.f. for<br>denom-<br>inator<br>$N_2$ | d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                       | Pr                       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 22                                    | .25                      | 1.40 | 1.48 | 1.47 | 1.45 | 1.44 | 1.42 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.37 |
|                                       | .10                      | 2.95 | 2.56 | 2.35 | 2.22 | 2.13 | 2.06 | 2.01 | 1.97 | 1.93 | 1.90 | 1.88 | 1.86 |
|                                       | .05                      | 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.55 | 2.46 | 2.40 | 2.34 | 2.30 | 2.26 | 2.23 |
|                                       | .01                      | 7.95 | 5.72 | 4.82 | 4.31 | 3.99 | 3.76 | 3.59 | 3.45 | 3.35 | 3.26 | 3.18 | 3.12 |
| 24                                    | .25                      | 1.39 | 1.47 | 1.46 | 1.44 | 1.43 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | 1.37 | 1.36 |
|                                       | .10                      | 2.93 | 2.54 | 2.33 | 2.19 | 2.10 | 2.04 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.88 | 1.85 | 1.83 |
|                                       | .05                      | 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | 2.18 |
|                                       | .01                      | 7.82 | 5.61 | 4.72 | 4.22 | 3.90 | 3.67 | 3.50 | 3.36 | 3.26 | 3.17 | 3.09 | 3.03 |
| 26                                    | .25                      | 1.38 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.35 |
|                                       | .10                      | 2.91 | 2.52 | 2.31 | 2.17 | 2.08 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.88 | 1.86 | 1.84 | 1.81 |
|                                       | .05                      | 4.23 | 3.37 | 2.98 | 2.74 | 2.59 | 2.47 | 2.39 | 2.32 | 2.27 | 2.22 | 2.18 | 2.15 |
|                                       | .01                      | 7.72 | 5.53 | 4.64 | 4.14 | 3.82 | 3.59 | 3.42 | 3.29 | 3.18 | 3.09 | 3.02 | 2.96 |
| 28                                    | .25                      | 1.38 | 1.46 | 1.45 | 1.43 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 |
|                                       | .10                      | 2.89 | 2.50 | 2.29 | 2.16 | 2.06 | 2.00 | 1.94 | 1.90 | 1.87 | 1.84 | 1.81 | 1.79 |
|                                       | .05                      | 4.20 | 3.34 | 2.95 | 2.71 | 2.56 | 2.45 | 2.36 | 2.29 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 |
|                                       | .01                      | 7.64 | 5.45 | 4.57 | 4.07 | 3.75 | 3.53 | 3.36 | 3.23 | 3.12 | 3.03 | 2.96 | 2.90 |
| 30                                    | .25                      | 1.38 | 1.45 | 1.44 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 |
|                                       | .10                      | 2.88 | 2.49 | 2.28 | 2.14 | 2.05 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | 1.85 | 1.82 | 1.79 | 1.77 |
|                                       | .05                      | 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.13 | 2.09 |
|                                       | .01                      | 7.56 | 5.39 | 4.51 | 4.02 | 3.70 | 3.47 | 3.30 | 3.17 | 3.07 | 2.98 | 2.91 | 2.84 |
| 40                                    | .25                      | 1.36 | 1.44 | 1.42 | 1.40 | 1.39 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.31 |
|                                       | .10                      | 2.84 | 2.44 | 2.23 | 2.09 | 2.00 | 1.93 | 1.87 | 1.83 | 1.79 | 1.76 | 1.73 | 1.71 |
|                                       | .05                      | 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.25 | 2.18 | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 2.00 |
|                                       | .01                      | 7.31 | 5.18 | 4.31 | 3.83 | 3.51 | 3.29 | 3.12 | 2.99 | 2.89 | 2.80 | 2.73 | 2.66 |
| 60                                    | .25                      | 1.35 | 1.42 | 1.41 | 1.38 | 1.37 | 1.35 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.29 |
|                                       | .10                      | 2.79 | 2.39 | 2.18 | 2.04 | 1.95 | 1.87 | 1.82 | 1.77 | 1.74 | 1.71 | 1.68 | 1.66 |
|                                       | .05                      | 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 | 1.99 | 1.95 | 1.92 |
|                                       | .01                      | 7.08 | 4.96 | 4.13 | 3.65 | 3.34 | 3.12 | 2.95 | 2.82 | 2.72 | 2.63 | 2.56 | 2.50 |
| 120                                   | .25                      | 1.34 | 1.40 | 1.39 | 1.37 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 |
|                                       | .10                      | 2.75 | 2.35 | 2.13 | 1.99 | 1.90 | 1.82 | 1.77 | 1.72 | 1.68 | 1.65 | 1.62 | 1.60 |
|                                       | .05                      | 3.92 | 3.07 | 2.68 | 2.45 | 2.29 | 2.17 | 2.09 | 2.02 | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.83 |
|                                       | .01                      | 6.85 | 4.79 | 3.95 | 3.48 | 3.17 | 2.96 | 2.79 | 2.66 | 2.56 | 2.47 | 2.40 | 2.34 |
| 200                                   | .25                      | 1.33 | 1.39 | 1.38 | 1.36 | 1.34 | 1.32 | 1.31 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 | 1.25 |
|                                       | .10                      | 2.73 | 2.33 | 2.11 | 1.97 | 1.88 | 1.80 | 1.75 | 1.70 | 1.66 | 1.63 | 1.60 | 1.57 |
|                                       | .05                      | 3.89 | 3.04 | 2.65 | 2.42 | 2.26 | 2.14 | 2.06 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | 1.84 | 1.80 |
|                                       | .01                      | 6.76 | 4.71 | 3.88 | 3.41 | 3.11 | 2.89 | 2.73 | 2.60 | 2.50 | 2.41 | 2.34 | 2.27 |
| q                                     | .25                      | 1.32 | 1.39 | 1.37 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.25 | 1.24 | 1.24 |
|                                       | .10                      | 2.71 | 2.30 | 2.08 | 1.94 | 1.85 | 1.77 | 1.72 | 1.67 | 1.63 | 1.60 | 1.57 | 1.55 |
|                                       | .05                      | 3.84 | 3.00 | 2.60 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 2.01 | 1.94 | 1.88 | 1.83 | 1.79 | 1.75 |
|                                       | .01                      | 6.63 | 4.61 | 3.78 | 3.32 | 3.02 | 2.80 | 2.64 | 2.51 | 2.41 | 2.32 | 2.25 | 2.18 |

| d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|----------------------------|
| 15                       | 20   | 24   | 30   | 40   | 50   | 60   | 100  | 120  | 200  | 500  | q    | Pr  |                            |
| 1.36                     | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.29 | 1.29 | 1.28 | .25 | 22                         |
| 1.81                     | 1.76 | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.61 | 1.60 | 1.59 | 1.58 | 1.57 | .10 |                            |
| 2.15                     | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.85 | 1.84 | 1.82 | 1.80 | 1.78 | .05 |                            |
| 2.98                     | 2.83 | 2.75 | 2.67 | 2.58 | 2.53 | 2.50 | 2.42 | 2.40 | 2.36 | 2.33 | 2.31 | .01 |                            |
| 1.35                     | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.28 | 1.27 | 1.27 | 1.26 | .25 | 24                         |
| 1.78                     | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.54 | 1.53 | .10 |                            |
| 2.11                     | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.73 | .05 |                            |
| 2.89                     | 2.74 | 2.66 | 2.58 | 2.49 | 2.44 | 2.40 | 2.33 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.21 | .01 |                            |
| 1.34                     | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.25 | .25 | 26                         |
| 1.76                     | 1.71 | 1.68 | 1.65 | 1.61 | 1.59 | 1.58 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.51 | 1.50 | .10 |                            |
| 2.07                     | 1.99 | 1.95 | 1.90 | 1.85 | 1.82 | 1.80 | 1.76 | 1.75 | 1.73 | 1.71 | 1.69 | .05 |                            |
| 2.81                     | 2.66 | 2.58 | 2.50 | 2.42 | 2.36 | 2.33 | 2.25 | 2.23 | 2.19 | 2.16 | 2.13 | .01 |                            |
| 1.33                     | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.27 | 1.26 | 1.25 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | .25 | 28                         |
| 1.74                     | 1.69 | 1.66 | 1.63 | 1.59 | 1.57 | 1.56 | 1.53 | 1.52 | 1.50 | 1.49 | 1.48 | .10 |                            |
| 2.04                     | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.73 | 1.71 | 1.69 | 1.67 | 1.65 | .05 |                            |
| 2.75                     | 2.60 | 2.52 | 2.44 | 2.35 | 2.30 | 2.26 | 2.19 | 2.17 | 2.13 | 2.09 | 2.06 | .01 |                            |
| 1.32                     | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | 1.23 | 1.23 | .25 | 30                         |
| 1.72                     | 1.67 | 1.64 | 1.61 | 1.57 | 1.55 | 1.54 | 1.51 | 1.50 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | .10 |                            |
| 2.01                     | 1.93 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.70 | 1.68 | 1.66 | 1.64 | 1.62 | .05 |                            |
| 2.70                     | 2.55 | 2.47 | 2.39 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | 2.13 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.01 | .01 |                            |
| 1.30                     | 1.28 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.23 | 1.22 | 1.21 | 1.21 | 1.20 | 1.19 | 1.19 | .25 | 40                         |
| 1.66                     | 1.61 | 1.57 | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.47 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38 | .10 |                            |
| 1.92                     | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.66 | 1.64 | 1.59 | 1.58 | 1.55 | 1.53 | 1.51 | .05 |                            |
| 2.52                     | 2.37 | 2.29 | 2.20 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.94 | 1.92 | 1.87 | 1.83 | 1.80 | .01 |                            |
| 1.27                     | 1.25 | 1.24 | 1.22 | 1.21 | 1.20 | 1.19 | 1.17 | 1.17 | 1.16 | 1.15 | 1.15 | .25 | 60                         |
| 1.60                     | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.44 | 1.41 | 1.40 | 1.36 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.29 | .10 |                            |
| 1.84                     | 1.75 | 1.70 | 1.65 | 1.59 | 1.56 | 1.53 | 1.48 | 1.47 | 1.44 | 1.41 | 1.39 | .05 |                            |
| 2.35                     | 2.20 | 2.12 | 2.03 | 1.94 | 1.88 | 1.84 | 1.75 | 1.73 | 1.68 | 1.63 | 1.60 | .01 |                            |
| 1.24                     | 1.22 | 1.21 | 1.19 | 1.18 | 1.17 | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.11 | 1.10 | .25 | 120                        |
| 1.55                     | 1.48 | 1.45 | 1.41 | 1.37 | 1.34 | 1.32 | 1.27 | 1.26 | 1.24 | 1.21 | 1.19 | .10 |                            |
| 1.75                     | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.50 | 1.46 | 1.43 | 1.37 | 1.35 | 1.32 | 1.28 | 1.25 | .05 |                            |
| 2.19                     | 2.03 | 1.95 | 1.86 | 1.76 | 1.70 | 1.66 | 1.56 | 1.53 | 1.48 | 1.42 | 1.38 | .01 |                            |
| 1.23                     | 1.21 | 1.20 | 1.18 | 1.16 | 1.14 | 1.12 | 1.11 | 1.10 | 1.09 | 1.08 | 1.06 | .25 | 200                        |
| 1.52                     | 1.46 | 1.42 | 1.38 | 1.34 | 1.31 | 1.28 | 1.24 | 1.22 | 1.20 | 1.17 | 1.14 | .10 |                            |
| 1.72                     | 1.62 | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.41 | 1.39 | 1.32 | 1.29 | 1.26 | 1.22 | 1.19 | .05 |                            |
| 2.13                     | 1.97 | 1.89 | 1.79 | 1.69 | 1.63 | 1.58 | 1.48 | 1.44 | 1.39 | 1.33 | 1.28 | .01 |                            |
| 1.22                     | 1.19 | 1.18 | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.09 | 1.08 | 1.07 | 1.04 | 1.00 | .25 | q                          |
| 1.49                     | 1.42 | 1.38 | 1.34 | 1.30 | 1.26 | 1.24 | 1.18 | 1.17 | 1.13 | 1.08 | 1.00 | .10 |                            |
| 1.67                     | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.39 | 1.35 | 1.32 | 1.24 | 1.22 | 1.17 | 1.11 | 1.00 | .05 |                            |
| 2.04                     | 1.88 | 1.79 | 1.70 | 1.59 | 1.52 | 1.47 | 1.36 | 1.32 | 1.25 | 1.15 | 1.00 | .01 |                            |



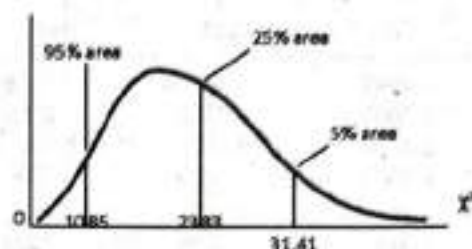
TABLE E-4 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE  $\chi^2$  DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(\chi^2 > 10.85) = 0.95$$

$$\Pr(\chi^2 > 23.83) = 0.25 \quad \text{for d.f.} = 20$$

$$\Pr(\chi^2 > 31.41) = 0.05$$



| Degrees of Freedom \ Pr | .995                     | .990                    | .975                    | .950                    | .900    |
|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| 1                       | $392704 \times 10^{-10}$ | $157088 \times 10^{-9}$ | $982069 \times 10^{-9}$ | $393214 \times 10^{-8}$ | .0158   |
| 2                       | .0100                    | .0201                   | .0506                   | .1026                   | .2107   |
| 3                       | .0717                    | .1148                   | .2158                   | .3518                   | .5844   |
| 4                       | .2070                    | .2971                   | .4844                   | .7107                   | 1.0636  |
| 5                       | .4117                    | .5543                   | .8312                   | 1.1455                  | 1.6103  |
| 6                       | .6757                    | .8721                   | 1.2373                  | 1.6354                  | 2.2041  |
| 7                       | .9893                    | 1.2390                  | 1.6899                  | 2.1674                  | 2.8331  |
| 8                       | 1.3444                   | 1.6465                  | 2.1797                  | 2.7326                  | 3.4895  |
| 9                       | 1.7349                   | 2.0879                  | 2.7004                  | 3.3251                  | 4.1682  |
| 10                      | 2.1559                   | 2.5582                  | 3.2470                  | 3.9403                  | 4.8652  |
| 11                      | 2.6032                   | 3.0535                  | 3.8158                  | 4.5748                  | 5.5778  |
| 12                      | 3.0738                   | 3.5706                  | 4.4038                  | 5.2260                  | 6.3038  |
| 13                      | 3.5650                   | 4.1069                  | 5.0087                  | 5.8919                  | 7.0415  |
| 14                      | 4.0747                   | 4.6604                  | 5.6287                  | 6.5706                  | 7.7895  |
| 15                      | 4.6009                   | 5.2294                  | 6.2621                  | 7.2609                  | 8.5468  |
| 16                      | 5.1422                   | 5.8122                  | 6.9077                  | 7.9616                  | 9.3122  |
| 17                      | 5.6972                   | 6.4078                  | 7.5642                  | 8.6718                  | 10.0852 |
| 18                      | 6.2648                   | 7.0149                  | 8.2306                  | 9.3905                  | 10.8649 |
| 19                      | 6.8440                   | 7.6327                  | 8.9066                  | 10.1170                 | 11.6509 |
| 20                      | 7.4339                   | 8.2604                  | 9.5908                  | 10.8508                 | 12.4426 |
| 21                      | 8.0337                   | 8.8972                  | 10.2629                 | 11.5913                 | 13.2396 |
| 22                      | 8.6427                   | 9.5425                  | 10.9623                 | 12.3380                 | 14.0415 |
| 23                      | 9.2604                   | 10.1957                 | 11.6885                 | 13.0905                 | 14.8479 |
| 24                      | 9.8862                   | 10.8564                 | 12.4011                 | 13.8484                 | 15.6587 |
| 25                      | 10.5197                  | 11.5240                 | 13.1197                 | 14.6114                 | 16.4734 |
| 26                      | 11.1603                  | 12.1981                 | 13.8439                 | 15.3791                 | 17.2919 |
| 27                      | 11.8076                  | 12.8786                 | 14.5733                 | 16.1513                 | 18.1138 |
| 28                      | 12.4613                  | 13.5648                 | 15.3079                 | 16.9279                 | 18.9392 |
| 29                      | 13.1211                  | 14.2565                 | 16.0471                 | 17.7083                 | 19.7677 |
| 30                      | 13.7867                  | 14.9535                 | 16.7908                 | 18.4926                 | 20.5992 |
| 40                      | 20.7065                  | 22.1643                 | 24.4331                 | 26.5093                 | 29.0505 |
| 50                      | 27.9907                  | 29.7067                 | 32.3574                 | 34.7642                 | 37.6886 |
| 60                      | 35.5346                  | 37.4848                 | 40.4817                 | 43.1879                 | 46.4589 |
| 70                      | 43.2752                  | 45.4418                 | 48.7576                 | 51.7393                 | 55.3290 |
| 80                      | 51.1720                  | 53.5400                 | 57.1532                 | 60.3915                 | 64.2778 |
| 90                      | 59.1963                  | 61.7541                 | 65.6466                 | 69.1260                 | 73.2912 |
| 100*                    | 67.3276                  | 70.0648                 | 74.2219                 | 77.9295                 | 82.3581 |

\*For d.f. greater than 100 the expression  $\sqrt{2k} - 2(2k - 1) = Z$  follows the standardized normal distribution, where  $k$  represents the degrees of freedom.

| .750    | .500    | .250    | .100    | .050    | .025    | .010    | .005    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| .1015   | .4549   | 1.3233  | 2.7065  | 3.8415  | 5.0239  | 6.6349  | 7.8794  |
| .5754   | 1.3863  | 2.7726  | 4.6052  | 5.9915  | 7.3778  | 9.2103  | 10.5966 |
| 1.2125  | 2.3660  | 4.1084  | 6.2514  | 7.8147  | 9.3484  | 11.3449 | 12.8381 |
| 1.9226  | 3.3567  | 5.3853  | 7.7794  | 9.4877  | 11.1433 | 13.2767 | 14.8602 |
| 2.6746  | 4.3515  | 6.6257  | 9.2364  | 11.0705 | 12.8325 | 15.0863 | 16.7496 |
| 3.4546  | 5.3481  | 7.8408  | 10.6446 | 12.5916 | 14.4494 | 16.8119 | 18.5476 |
| 4.2549  | 6.3458  | 9.0372  | 12.0170 | 14.0671 | 16.0128 | 18.4753 | 20.2777 |
| 5.0706  | 7.3441  | 10.2188 | 13.3616 | 15.5073 | 17.5346 | 20.0902 | 21.9550 |
| 5.8988  | 8.3428  | 11.3887 | 14.6837 | 16.9190 | 19.0228 | 21.6660 | 23.5893 |
| 6.7372  | 9.3418  | 12.5489 | 15.9671 | 18.3070 | 20.4831 | 23.2093 | 25.1882 |
| 7.5841  | 10.3410 | 13.7007 | 17.2750 | 19.6751 | 21.9200 | 24.7250 | 26.7569 |
| 8.4384  | 11.3403 | 14.8454 | 18.5494 | 21.0261 | 23.3367 | 26.2170 | 28.2995 |
| 9.2991  | 12.3398 | 15.9839 | 19.8119 | 22.3621 | 24.7356 | 27.6883 | 29.8194 |
| 10.1653 | 13.3393 | 17.1170 | 21.0642 | 23.6848 | 26.1190 | 29.1413 | 31.3193 |
| 11.0365 | 14.3389 | 18.2451 | 22.3072 | 24.9958 | 27.4884 | 30.5779 | 32.8013 |
| 11.9122 | 15.3385 | 19.3688 | 23.5418 | 26.2962 | 28.8454 | 31.9999 | 34.2672 |
| 12.7919 | 16.3381 | 20.4887 | 24.7690 | 27.5871 | 30.1910 | 33.4087 | 35.7185 |
| 13.6753 | 17.3379 | 21.6049 | 25.9894 | 28.8693 | 31.5264 | 34.8053 | 37.1564 |
| 14.5620 | 18.3376 | 22.7178 | 27.2036 | 30.1435 | 32.8523 | 36.1906 | 38.5822 |
| 15.4518 | 19.3374 | 23.8277 | 28.4120 | 31.4104 | 34.1696 | 37.5662 | 39.9968 |
| 16.3444 | 20.3372 | 24.9348 | 29.6151 | 32.6705 | 35.4789 | 38.9321 | 41.4010 |
| 17.2396 | 21.3370 | 26.0393 | 30.8133 | 33.9244 | 36.7807 | 40.2894 | 42.7956 |
| 18.1373 | 22.3369 | 27.1413 | 32.0069 | 35.1725 | 38.0757 | 41.6384 | 44.1813 |
| 19.0372 | 23.3367 | 28.2412 | 33.1963 | 36.4151 | 39.3641 | 42.9796 | 45.5585 |
| 19.9393 | 24.3366 | 29.3389 | 34.3816 | 37.6525 | 40.6465 | 44.3141 | 46.9278 |
| 20.8434 | 25.3364 | 30.4345 | 35.5631 | 38.8852 | 41.9232 | 45.6417 | 48.2889 |
| 21.7494 | 26.3363 | 31.5284 | 36.7412 | 40.1133 | 43.1944 | 46.9630 | 49.6449 |
| 22.6572 | 27.3363 | 32.6205 | 37.9159 | 41.3372 | 44.4607 | 48.2782 | 50.9933 |
| 23.5666 | 28.3362 | 33.7109 | 39.0875 | 42.5569 | 45.7222 | 49.5879 | 52.3356 |
| 24.4776 | 29.3360 | 34.7998 | 40.2560 | 43.7729 | 46.9792 | 50.8922 | 53.6720 |
| 33.6603 | 39.3354 | 45.6160 | 51.8050 | 55.7585 | 59.3417 | 63.6907 | 66.7659 |
| 42.9421 | 49.3349 | 56.3336 | 63.1671 | 67.5048 | 71.4202 | 76.1539 | 79.4900 |
| 52.2938 | 59.3347 | 66.9814 | 74.3970 | 79.0819 | 83.2976 | 88.3794 | 91.9517 |
| 61.6983 | 69.3344 | 77.5786 | 85.5271 | 90.5312 | 95.0231 | 100.425 | 104.215 |
| 71.1445 | 79.3343 | 88.1303 | 96.5782 | 101.879 | 106.629 | 112.329 | 116.321 |
| 80.6247 | 89.3342 | 98.6499 | 107.565 | 113.145 | 118.136 | 124.116 | 128.299 |
| 90.1332 | 99.3341 | 109.141 | 118.498 | 124.342 | 129.561 | 135.807 | 140.169 |

Source: Abridged from E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 8, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.



TABLE E-5a DUBIN-WATSON  $d$  STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF  $d_L$  AND  $d_U$  AT 0.05 LEVEL OF SIGNIFICANCE

| $n$ | $k' = 1$ |       | $k' = 2$ |       | $k' = 3$ |       | $k' = 4$ |       | $k' = 5$ |       | $k' = 6$ |       | $k' = 7$ |       | $k' = 8$ |       | $k' = 9$ |       | $k' = 10$ |       |
|-----|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|
|     | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$     | $d_U$ |
| 6   | 0.610    | 1.400 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 7   | 0.700    | 1.366 | 0.467    | 1.896 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 8   | 0.763    | 1.332 | 0.599    | 1.777 | 0.368    | 2.287 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 9   | 0.824    | 1.320 | 0.629    | 1.699 | 0.455    | 2.128 | 0.296    | 2.569 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 10  | 0.879    | 1.320 | 0.697    | 1.641 | 0.525    | 2.016 | 0.376    | 2.414 | 0.243    | 2.822 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 11  | 0.927    | 1.324 | 0.656    | 1.604 | 0.595    | 1.928 | 0.444    | 2.283 | 0.316    | 2.645 | 0.203    | 3.005 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 12  | 0.971    | 1.331 | 0.812    | 1.579 | 0.658    | 1.864 | 0.512    | 2.177 | 0.379    | 2.506 | 0.268    | 2.832 | 0.171    | 3.149 | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 13  | 1.010    | 1.340 | 0.891    | 1.562 | 0.715    | 1.816 | 0.574    | 2.094 | 0.445    | 2.390 | 0.328    | 2.692 | 0.230    | 2.885 | 1.147    | 3.266 | —        | —     | —         | —     |
| 14  | 1.045    | 1.360 | 0.906    | 1.551 | 0.767    | 1.779 | 0.632    | 2.030 | 0.505    | 2.296 | 0.389    | 2.572 | 0.288    | 2.848 | 1.200    | 3.111 | 0.127    | 3.360 | —         | —     |
| 15  | 1.077    | 1.361 | 0.946    | 1.543 | 0.814    | 1.750 | 0.685    | 1.977 | 0.562    | 2.220 | 0.447    | 2.472 | 0.343    | 2.727 | 1.251    | 2.979 | 0.175    | 3.216 | 1.111     | 3.438 |
| 16  | 1.106    | 1.371 | 0.982    | 1.539 | 0.857    | 1.728 | 0.734    | 1.935 | 0.615    | 2.157 | 0.502    | 2.368 | 0.388    | 2.624 | 1.304    | 2.860 | 0.222    | 3.090 | 1.155     | 3.304 |
| 17  | 1.133    | 1.381 | 1.015    | 1.536 | 0.897    | 1.710 | 0.779    | 1.900 | 0.664    | 2.104 | 0.554    | 2.318 | 0.451    | 2.537 | 1.356    | 2.757 | 0.272    | 2.975 | 1.198     | 3.184 |
| 18  | 1.158    | 1.391 | 1.046    | 1.535 | 0.933    | 1.696 | 0.820    | 1.872 | 0.710    | 2.060 | 0.603    | 2.257 | 0.502    | 2.461 | 1.407    | 2.667 | 0.321    | 2.875 | 1.244     | 3.073 |
| 19  | 1.180    | 1.401 | 1.074    | 1.536 | 0.967    | 1.685 | 0.859    | 1.848 | 0.752    | 2.023 | 0.649    | 2.208 | 0.549    | 2.396 | 1.456    | 2.589 | 0.369    | 2.763 | 1.290     | 2.974 |
| 20  | 1.201    | 1.411 | 1.100    | 1.537 | 0.998    | 1.676 | 0.894    | 1.828 | 0.792    | 1.991 | 0.692    | 2.162 | 0.595    | 2.339 | 1.503    | 2.521 | 0.416    | 2.704 | 1.336     | 2.885 |
| 21  | 1.221    | 1.420 | 1.125    | 1.538 | 1.028    | 1.669 | 0.927    | 1.812 | 0.829    | 1.964 | 0.732    | 2.124 | 0.637    | 2.290 | 1.547    | 2.460 | 0.461    | 2.633 | 1.380     | 2.806 |
| 22  | 1.239    | 1.429 | 1.147    | 1.541 | 1.053    | 1.664 | 0.958    | 1.797 | 0.863    | 1.940 | 0.769    | 2.090 | 0.677    | 2.248 | 1.588    | 2.407 | 0.504    | 2.571 | 1.424     | 2.734 |
| 23  | 1.257    | 1.437 | 1.168    | 1.543 | 1.078    | 1.660 | 0.986    | 1.785 | 0.895    | 1.920 | 0.804    | 2.061 | 0.715    | 2.208 | 1.628    | 2.360 | 0.545    | 2.514 | 1.465     | 2.670 |
| 24  | 1.273    | 1.446 | 1.188    | 1.546 | 1.101    | 1.656 | 1.013    | 1.775 | 0.925    | 1.902 | 0.837    | 2.035 | 0.751    | 2.174 | 1.666    | 2.318 | 0.584    | 2.464 | 1.506     | 2.613 |
| 25  | 1.288    | 1.454 | 1.206    | 1.550 | 1.123    | 1.654 | 1.038    | 1.767 | 0.953    | 1.886 | 0.866    | 2.012 | 0.784    | 2.144 | 1.702    | 2.280 | 0.621    | 2.419 | 1.544     | 2.560 |
| 26  | 1.302    | 1.461 | 1.224    | 1.553 | 1.143    | 1.652 | 1.062    | 1.759 | 0.979    | 1.873 | 0.897    | 1.992 | 0.818    | 2.117 | 1.735    | 2.246 | 0.657    | 2.379 | 1.581     | 2.513 |
| 27  | 1.316    | 1.469 | 1.240    | 1.556 | 1.162    | 1.651 | 1.084    | 1.753 | 1.004    | 1.861 | 0.925    | 1.974 | 0.845    | 2.083 | 1.767    | 2.216 | 0.691    | 2.342 | 1.616     | 2.470 |
| 28  | 1.328    | 1.476 | 1.255    | 1.560 | 1.181    | 1.650 | 1.104    | 1.747 | 1.028    | 1.850 | 0.951    | 1.958 | 0.874    | 2.071 | 1.798    | 2.188 | 0.723    | 2.308 | 1.650     | 2.431 |
| 29  | 1.341    | 1.483 | 1.270    | 1.563 | 1.198    | 1.650 | 1.124    | 1.743 | 1.050    | 1.841 | 0.975    | 1.944 | 0.900    | 2.052 | 1.826    | 2.164 | 0.753    | 2.278 | 1.682     | 2.396 |
| 30  | 1.352    | 1.489 | 1.284    | 1.567 | 1.214    | 1.650 | 1.143    | 1.739 | 1.071    | 1.833 | 0.998    | 1.931 | 0.926    | 2.034 | 1.854    | 2.141 | 0.782    | 2.251 | 1.712     | 2.363 |
| 31  | 1.363    | 1.496 | 1.297    | 1.570 | 1.229    | 1.650 | 1.160    | 1.735 | 1.090    | 1.825 | 1.020    | 1.920 | 0.950    | 2.018 | 1.879    | 2.120 | 0.810    | 2.226 | 1.741     | 2.333 |
| 32  | 1.373    | 1.502 | 1.309    | 1.574 | 1.244    | 1.650 | 1.177    | 1.732 | 1.109    | 1.819 | 1.041    | 1.909 | 0.972    | 2.004 | 1.904    | 2.102 | 0.836    | 2.203 | 1.769     | 2.306 |
| 33  | 1.383    | 1.508 | 1.321    | 1.577 | 1.258    | 1.651 | 1.193    | 1.730 | 1.127    | 1.813 | 1.061    | 1.900 | 0.994    | 1.991 | 1.927    | 2.085 | 0.861    | 2.181 | 1.795     | 2.281 |
| 34  | 1.393    | 1.514 | 1.333    | 1.580 | 1.271    | 1.652 | 1.208    | 1.728 | 1.144    | 1.808 | 1.080    | 1.891 | 1.015    | 1.979 | 1.950    | 2.069 | 0.885    | 2.162 | 1.821     | 2.257 |
| 35  | 1.402    | 1.519 | 1.343    | 1.584 | 1.283    | 1.653 | 1.222    | 1.726 | 1.160    | 1.803 | 1.097    | 1.884 | 1.034    | 1.967 | 1.971    | 2.054 | 0.908    | 2.144 | 1.846     | 2.236 |
| 36  | 1.411    | 1.525 | 1.354    | 1.587 | 1.295    | 1.654 | 1.236    | 1.724 | 1.175    | 1.799 | 1.114    | 1.877 | 1.053    | 1.957 | 1.991    | 2.041 | 0.930    | 2.127 | 1.868     | 2.216 |
| 37  | 1.419    | 1.530 | 1.364    | 1.590 | 1.307    | 1.655 | 1.249    | 1.723 | 1.190    | 1.795 | 1.131    | 1.870 | 1.071    | 1.948 | 1.011    | 2.029 | 0.951    | 2.112 | 1.891     | 2.198 |
| 38  | 1.427    | 1.535 | 1.373    | 1.594 | 1.318    | 1.656 | 1.261    | 1.722 | 1.204    | 1.792 | 1.146    | 1.864 | 1.088    | 1.939 | 1.029    | 2.017 | 0.970    | 2.098 | 1.912     | 2.180 |
| 39  | 1.435    | 1.540 | 1.382    | 1.597 | 1.328    | 1.656 | 1.273    | 1.722 | 1.218    | 1.789 | 1.161    | 1.859 | 1.104    | 1.932 | 1.047    | 2.007 | 0.990    | 2.085 | 1.932     | 2.164 |
| 40  | 1.442    | 1.544 | 1.391    | 1.600 | 1.338    | 1.659 | 1.285    | 1.721 | 1.230    | 1.786 | 1.175    | 1.854 | 1.120    | 1.924 | 1.064    | 1.997 | 1.008    | 2.072 | 1.952     | 2.149 |
| 45  | 1.475    | 1.566 | 1.430    | 1.615 | 1.383    | 1.666 | 1.336    | 1.720 | 1.287    | 1.776 | 1.238    | 1.835 | 1.159    | 1.896 | 1.139    | 1.958 | 1.069    | 2.022 | 1.938     | 2.088 |
| 50  | 1.503    | 1.585 | 1.462    | 1.626 | 1.421    | 1.674 | 1.378    | 1.721 | 1.335    | 1.771 | 1.291    | 1.822 | 1.246    | 1.875 | 1.201    | 1.930 | 1.156    | 1.986 | 1.110     | 2.044 |
| 55  | 1.528    | 1.601 | 1.490    | 1.641 | 1.452    | 1.681 | 1.414    | 1.724 | 1.374    | 1.768 | 1.334    | 1.814 | 1.294    | 1.861 | 1.253    | 1.908 | 1.212    | 1.958 | 1.170     | 2.010 |
| 60  | 1.549    | 1.616 | 1.514    | 1.652 | 1.480    | 1.689 | 1.444    | 1.727 | 1.408    | 1.767 | 1.372    | 1.806 | 1.335    | 1.850 | 1.298    | 1.894 | 1.260    | 1.939 | 1.222     | 1.984 |
| 65  | 1.567    | 1.629 | 1.536    | 1.662 | 1.503    | 1.696 | 1.471    | 1.731 | 1.438    | 1.767 | 1.404    | 1.805 | 1.370    | 1.843 | 1.336    | 1.882 | 1.301    | 1.923 | 1.266     | 1.964 |
| 70  | 1.583    | 1.641 | 1.554    | 1.672 | 1.525    | 1.703 | 1.494    | 1.735 | 1.464    | 1.768 | 1.433    | 1.802 | 1.401    | 1.837 | 1.369    | 1.873 | 1.337    | 1.910 | 1.305     | 1.948 |
| 75  | 1.598    | 1.652 | 1.571    | 1.680 | 1.543    | 1.709 | 1.515    | 1.739 | 1.487    | 1.770 | 1.458    | 1.801 | 1.428    | 1.834 | 1.389    | 1.867 | 1.369    | 1.901 | 1.339     | 1.935 |
| 80  | 1.611    | 1.662 | 1.586    | 1.688 | 1.560    | 1.715 | 1.534    | 1.743 | 1.507    | 1.772 | 1.480    | 1.801 | 1.453    | 1.831 | 1.425    | 1.861 | 1.397    | 1.893 | 1.369     | 1.925 |
| 85  | 1.624    | 1.671 | 1.600    | 1.696 | 1.575    | 1.721 | 1.550    | 1.747 | 1.525    | 1.774 | 1.500    | 1.801 | 1.474    | 1.829 | 1.448    | 1.857 | 1.422    | 1.886 | 1.396     | 1.916 |
| 90  | 1.635    | 1.679 | 1.612    | 1.703 | 1.589    | 1.726 | 1.568    | 1.751 | 1.542    | 1.776 | 1.518    | 1.801 | 1.494    | 1.827 | 1.469    | 1.854 | 1.445    | 1.881 | 1.420     | 1.909 |
| 95  | 1.645    | 1.687 | 1.623    | 1.709 | 1.602    | 1.732 | 1.579    | 1.755 | 1.557    | 1.778 | 1.535    | 1.802 | 1.512    | 1.827 | 1.489    | 1.852 | 1.465    | 1.877 | 1.442     | 1.903 |
| 100 | 1.654    | 1.694 | 1.634    | 1.715 | 1.613    | 1.738 | 1.582    | 1.758 | 1.571    | 1.780 | 1.550    | 1.803 | 1.526    | 1.826 | 1.506    | 1.850 | 1.484    | 1.874 | 1.462     | 1.898 |
| 150 | 1.720    | 1.746 | 1.706    | 1.760 | 1.693    | 1.774 | 1.679    | 1.768 | 1.665    | 1.802 | 1.651    | 1.817 | 1.637    | 1.832 | 1.622    | 1.847 | 1.608    | 1.862 | 1.584     | 1.877 |
| 200 | 1.758    | 1.778 | 1.748    | 1.789 | 1.738    | 1.799 | 1.728    | 1.810 | 1.718    | 1.820 | 1.707    | 1.831 | 1.697    | 1.841 | 1.686    | 1.852 | 1.675    | 1.863 | 1.665     | 1.874 |



| n   | k' = 11        |                | k' = 12        |                | k' = 13        |                | k' = 14        |                | k' = 15        |                | k' = 16        |                | k' = 17        |                | k' = 18        |                | k' = 19        |                | k' = 20        |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> |
| 16  | 0.088          | 3.503          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 17  | 0.138          | 3.378          | 0.087          | 3.557          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 18  | 0.177          | 3.265          | 0.123          | 3.441          | 0.078          | 3.603          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 19  | 0.220          | 3.159          | 0.160          | 3.335          | 0.111          | 3.498          | 0.070          | 3.642          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 20  | 0.263          | 3.063          | 0.200          | 3.234          | 0.145          | 3.395          | 0.100          | 3.542          | 0.093          | 3.676          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 21  | 0.307          | 2.976          | 0.240          | 3.141          | 0.182          | 3.300          | 0.132          | 3.448          | 0.091          | 3.583          | 0.098          | 3.705          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 22  | 0.349          | 2.897          | 0.281          | 3.057          | 0.220          | 3.211          | 0.166          | 3.358          | 0.120          | 3.495          | 0.083          | 3.619          | 0.092          | 3.731          | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 23  | 0.391          | 2.826          | 0.322          | 2.979          | 0.259          | 3.128          | 0.202          | 3.272          | 0.153          | 3.409          | 0.110          | 3.535          | 0.078          | 3.650          | 0.048          | 3.753          | —              | —              | —              | —              |
| 24  | 0.431          | 2.761          | 0.362          | 2.908          | 0.297          | 3.053          | 0.239          | 3.193          | 0.189          | 3.327          | 0.141          | 3.454          | 0.101          | 3.572          | 0.070          | 3.678          | 0.044          | 3.773          | —              | —              |
| 25  | 0.470          | 2.702          | 0.400          | 2.844          | 0.335          | 2.983          | 0.276          | 3.118          | 0.221          | 3.251          | 0.172          | 3.378          | 0.130          | 3.494          | 0.094          | 3.604          | 0.065          | 3.702          | 0.041          | 3.790          |
| 26  | 0.508          | 2.649          | 0.438          | 2.784          | 0.373          | 2.919          | 0.312          | 3.051          | 0.256          | 3.179          | 0.205          | 3.303          | 0.160          | 3.420          | 0.120          | 3.531          | 0.087          | 3.632          | 0.060          | 3.724          |
| 27  | 0.544          | 2.600          | 0.475          | 2.730          | 0.409          | 2.859          | 0.348          | 2.987          | 0.291          | 3.112          | 0.238          | 3.233          | 0.191          | 3.349          | 0.149          | 3.460          | 0.112          | 3.583          | 0.081          | 3.658          |
| 28  | 0.578          | 2.555          | 0.510          | 2.680          | 0.445          | 2.805          | 0.383          | 2.928          | 0.325          | 3.050          | 0.271          | 3.188          | 0.222          | 3.283          | 0.178          | 3.392          | 0.138          | 3.495          | 0.104          | 3.592          |
| 29  | 0.612          | 2.515          | 0.544          | 2.634          | 0.479          | 2.755          | 0.418          | 2.874          | 0.359          | 2.992          | 0.305          | 3.107          | 0.254          | 3.219          | 0.208          | 3.327          | 0.166          | 3.431          | 0.129          | 3.528          |
| 30  | 0.643          | 2.477          | 0.577          | 2.592          | 0.512          | 2.708          | 0.451          | 2.823          | 0.392          | 2.937          | 0.337          | 3.050          | 0.288          | 3.160          | 0.238          | 3.266          | 0.195          | 3.388          | 0.156          | 3.485          |
| 31  | 0.674          | 2.443          | 0.608          | 2.553          | 0.545          | 2.665          | 0.484          | 2.776          | 0.425          | 2.887          | 0.370          | 2.998          | 0.317          | 3.103          | 0.269          | 3.268          | 0.224          | 3.309          | 0.183          | 3.408          |
| 32  | 0.703          | 2.411          | 0.638          | 2.517          | 0.576          | 2.625          | 0.515          | 2.733          | 0.457          | 2.840          | 0.401          | 2.946          | 0.349          | 3.050          | 0.299          | 3.153          | 0.253          | 3.252          | 0.211          | 3.348          |
| 33  | 0.731          | 2.382          | 0.668          | 2.484          | 0.606          | 2.588          | 0.546          | 2.692          | 0.488          | 2.795          | 0.432          | 2.899          | 0.379          | 3.000          | 0.329          | 3.100          | 0.283          | 3.198          | 0.238          | 3.293          |
| 34  | 0.758          | 2.355          | 0.695          | 2.454          | 0.634          | 2.554          | 0.575          | 2.654          | 0.518          | 2.754          | 0.462          | 2.854          | 0.409          | 2.954          | 0.359          | 3.051          | 0.312          | 3.147          | 0.267          | 3.240          |
| 35  | 0.783          | 2.330          | 0.722          | 2.425          | 0.662          | 2.521          | 0.604          | 2.619          | 0.547          | 2.718          | 0.492          | 2.813          | 0.439          | 2.910          | 0.388          | 3.005          | 0.340          | 3.099          | 0.295          | 3.190          |
| 36  | 0.808          | 2.306          | 0.748          | 2.398          | 0.689          | 2.492          | 0.631          | 2.586          | 0.575          | 2.680          | 0.520          | 2.774          | 0.467          | 2.868          | 0.417          | 2.961          | 0.369          | 3.053          | 0.323          | 3.142          |
| 37  | 0.831          | 2.285          | 0.772          | 2.374          | 0.714          | 2.464          | 0.657          | 2.555          | 0.602          | 2.646          | 0.548          | 2.738          | 0.496          | 2.829          | 0.445          | 2.920          | 0.397          | 3.009          | 0.351          | 3.097          |
| 38  | 0.854          | 2.265          | 0.796          | 2.351          | 0.739          | 2.438          | 0.683          | 2.529          | 0.628          | 2.614          | 0.575          | 2.703          | 0.522          | 2.792          | 0.472          | 2.880          | 0.424          | 2.968          | 0.378          | 3.054          |
| 39  | 0.875          | 2.246          | 0.819          | 2.329          | 0.763          | 2.413          | 0.707          | 2.499          | 0.653          | 2.585          | 0.600          | 2.671          | 0.549          | 2.757          | 0.499          | 2.843          | 0.451          | 2.929          | 0.404          | 3.013          |
| 40  | 0.896          | 2.228          | 0.840          | 2.309          | 0.785          | 2.391          | 0.731          | 2.473          | 0.678          | 2.557          | 0.626          | 2.641          | 0.575          | 2.724          | 0.525          | 2.806          | 0.477          | 2.892          | 0.430          | 2.974          |
| 45  | 0.908          | 2.156          | 0.958          | 2.225          | 0.887          | 2.296          | 0.838          | 2.367          | 0.788          | 2.439          | 0.740          | 2.512          | 0.692          | 2.566          | 0.644          | 2.659          | 0.598          | 2.733          | 0.553          | 2.807          |
| 50  | 1.064          | 2.103          | 1.019          | 2.163          | 0.973          | 2.225          | 0.927          | 2.287          | 0.882          | 2.350          | 0.836          | 2.414          | 0.792          | 2.479          | 0.747          | 2.544          | 0.703          | 2.610          | 0.660          | 2.675          |
| 55  | 1.129          | 2.062          | 1.087          | 2.116          | 1.045          | 2.170          | 1.003          | 2.225          | 0.961          | 2.281          | 0.919          | 2.338          | 0.877          | 2.396          | 0.836          | 2.454          | 0.795          | 2.512          | 0.754          | 2.571          |
| 60  | 1.184          | 2.031          | 1.145          | 2.079          | 1.108          | 2.127          | 1.068          | 2.177          | 1.029          | 2.227          | 0.990          | 2.278          | 0.951          | 2.330          | 0.913          | 2.382          | 0.874          | 2.434          | 0.836          | 2.487          |
| 65  | 1.231          | 2.006          | 1.195          | 2.049          | 1.160          | 2.098          | 1.124          | 2.138          | 1.086          | 2.183          | 1.052          | 2.229          | 1.016          | 2.276          | 0.980          | 2.323          | 0.944          | 2.371          | 0.908          | 2.419          |
| 70  | 1.272          | 1.986          | 1.239          | 2.026          | 1.206          | 2.069          | 1.172          | 2.108          | 1.139          | 2.148          | 1.105          | 2.199          | 1.072          | 2.232          | 1.038          | 2.275          | 1.005          | 2.318          | 0.971          | 2.362          |
| 75  | 1.308          | 1.970          | 1.277          | 2.006          | 1.247          | 2.043          | 1.215          | 2.080          | 1.184          | 2.118          | 1.153          | 2.158          | 1.121          | 2.195          | 1.090          | 2.235          | 1.058          | 2.275          | 1.027          | 2.315          |
| 80  | 1.340          | 1.957          | 1.311          | 1.991          | 1.283          | 2.024          | 1.253          | 2.059          | 1.224          | 2.093          | 1.195          | 2.129          | 1.165          | 2.165          | 1.136          | 2.201          | 1.108          | 2.238          | 1.076          | 2.275          |
| 85  | 1.368          | 1.946          | 1.342          | 1.977          | 1.315          | 2.009          | 1.287          | 2.040          | 1.260          | 2.073          | 1.232          | 2.105          | 1.205          | 2.139          | 1.177          | 2.172          | 1.149          | 2.206          | 1.121          | 2.241          |
| 90  | 1.395          | 1.937          | 1.369          | 1.966          | 1.344          | 1.995          | 1.318          | 2.025          | 1.292          | 2.065          | 1.266          | 2.098          | 1.240          | 2.116          | 1.213          | 2.148          | 1.187          | 2.179          | 1.160          | 2.211          |
| 95  | 1.418          | 1.929          | 1.394          | 1.956          | 1.370          | 1.984          | 1.345          | 2.012          | 1.321          | 2.040          | 1.296          | 2.068          | 1.271          | 2.097          | 1.247          | 2.128          | 1.222          | 2.158          | 1.197          | 2.186          |
| 100 | 1.439          | 1.923          | 1.418          | 1.948          | 1.395          | 1.974          | 1.371          | 2.000          | 1.347          | 2.028          | 1.324          | 2.053          | 1.301          | 2.080          | 1.277          | 2.108          | 1.253          | 2.135          | 1.229          | 2.164          |
| 150 | 1.579          | 1.892          | 1.564          | 1.908          | 1.550          | 1.924          | 1.535          | 1.940          | 1.519          | 1.956          | 1.504          | 1.972          | 1.489          | 1.989          | 1.474          | 2.006          | 1.458          | 2.023          | 1.443          | 2.040          |
| 200 | 1.654          | 1.885          | 1.643          | 1.896          | 1.632          | 1.908          | 1.621          | 1.919          | 1.610          | 1.931          | 1.599          | 1.943          | 1.588          | 1.955          | 1.578          | 1.967          | 1.565          | 1.979          | 1.554          | 1.991          |

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: This table is an extension of the original Durbin-Watson table and is reproduced from N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Small Samples or Many Regressors," *Econometrica*, vol. 45, November 1977, pp. 1989-96 and as corrected by R. W. Farebrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

### Example E.1.

If  $n = 40$  and  $k' = 4$ ,  $d_L = 1.285$  and  $d_U = 1.721$ . If a computed  $d$  value is less than 1.285, there is evidence of positive first-order serial correlation; if it is greater than 1.721, there is no evidence of positive first-order serial correlation; but if  $d$  lies between the lower and the upper limit, there is inconclusive evidence regarding the presence or absence of positive first-order serial correlation.



TABLE E-5b DURBIN-WATSON  $d$  STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF  $d_L$  AND  $d_U$  AT 0.01 LEVEL OF SIGNIFICANCE

| $n$ | $k' = 1$ |       | $k' = 2$ |       | $k' = 3$ |       | $k' = 4$ |       | $k' = 5$ |       | $k' = 6$ |       | $k' = 7$ |       | $k' = 8$ |       | $k' = 9$ |       | $k' = 10$ |       |
|-----|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|
|     | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$     | $d_U$ |
| 6   | 0.390    | 1.142 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 7   | 0.435    | 1.036 | 0.294    | 1.678 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 8   | 0.497    | 1.003 | 0.345    | 1.489 | 0.229    | 2.102 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 9   | 0.554    | 0.966 | 0.408    | 1.389 | 0.279    | 1.875 | 0.183    | 2.433 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 10  | 0.604    | 1.001 | 0.466    | 1.333 | 0.340    | 1.733 | 0.230    | 2.193 | 0.150    | 2.690 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 11  | 0.653    | 1.010 | 0.519    | 1.297 | 0.396    | 1.640 | 0.286    | 2.030 | 0.193    | 2.453 | 0.124    | 2.992 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 12  | 0.697    | 1.023 | 0.569    | 1.274 | 0.449    | 1.575 | 0.339    | 1.913 | 0.244    | 2.280 | 0.164    | 2.695 | 0.106    | 3.059 | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 13  | 0.736    | 1.038 | 0.616    | 1.261 | 0.499    | 1.526 | 0.391    | 1.826 | 0.294    | 2.150 | 0.211    | 2.490 | 0.140    | 2.838 | 0.090    | 3.182 | —        | —     | —         | —     |
| 14  | 0.776    | 1.054 | 0.660    | 1.254 | 0.547    | 1.490 | 0.441    | 1.757 | 0.343    | 2.049 | 0.257    | 2.364 | 0.183    | 2.697 | 0.122    | 2.981 | 0.078    | 3.287 | —         | —     |
| 15  | 0.811    | 1.070 | 0.700    | 1.252 | 0.591    | 1.464 | 0.488    | 1.704 | 0.391    | 1.967 | 0.303    | 2.244 | 0.228    | 2.530 | 0.161    | 2.817 | 0.107    | 3.101 | 0.068     | 3.374 |
| 16  | 0.844    | 1.086 | 0.737    | 1.252 | 0.633    | 1.446 | 0.532    | 1.663 | 0.437    | 1.900 | 0.346    | 2.153 | 0.269    | 2.416 | 0.200    | 2.691 | 0.142    | 2.944 | 0.094     | 3.201 |
| 17  | 0.874    | 1.102 | 0.772    | 1.256 | 0.672    | 1.432 | 0.574    | 1.630 | 0.480    | 1.847 | 0.389    | 2.078 | 0.313    | 2.319 | 0.241    | 2.566 | 0.179    | 2.811 | 0.127     | 3.053 |
| 18  | 0.902    | 1.118 | 0.805    | 1.259 | 0.708    | 1.422 | 0.613    | 1.604 | 0.522    | 1.803 | 0.436    | 2.015 | 0.355    | 2.238 | 0.282    | 2.467 | 0.218    | 2.697 | 0.160     | 2.925 |
| 19  | 0.928    | 1.132 | 0.835    | 1.265 | 0.742    | 1.415 | 0.650    | 1.584 | 0.561    | 1.767 | 0.478    | 1.963 | 0.396    | 2.169 | 0.322    | 2.381 | 0.255    | 2.597 | 0.196     | 2.813 |
| 20  | 0.952    | 1.147 | 0.863    | 1.271 | 0.773    | 1.411 | 0.685    | 1.567 | 0.598    | 1.737 | 0.515    | 1.918 | 0.438    | 2.110 | 0.362    | 2.308 | 0.294    | 2.510 | 0.232     | 2.714 |
| 21  | 0.975    | 1.161 | 0.890    | 1.277 | 0.803    | 1.408 | 0.718    | 1.554 | 0.633    | 1.712 | 0.552    | 1.881 | 0.474    | 2.059 | 0.400    | 2.244 | 0.331    | 2.434 | 0.268     | 2.625 |
| 22  | 0.997    | 1.174 | 0.914    | 1.284 | 0.831    | 1.407 | 0.748    | 1.543 | 0.667    | 1.691 | 0.587    | 1.849 | 0.510    | 2.015 | 0.437    | 2.188 | 0.368    | 2.367 | 0.304     | 2.548 |
| 23  | 1.016    | 1.187 | 0.938    | 1.291 | 0.858    | 1.407 | 0.777    | 1.534 | 0.698    | 1.673 | 0.620    | 1.821 | 0.545    | 1.977 | 0.473    | 2.140 | 0.404    | 2.308 | 0.340     | 2.479 |
| 24  | 1.037    | 1.199 | 0.960    | 1.298 | 0.882    | 1.407 | 0.805    | 1.528 | 0.728    | 1.658 | 0.652    | 1.797 | 0.578    | 1.944 | 0.507    | 2.097 | 0.439    | 2.255 | 0.375     | 2.417 |
| 25  | 1.055    | 1.211 | 0.981    | 1.305 | 0.906    | 1.409 | 0.831    | 1.523 | 0.756    | 1.645 | 0.682    | 1.775 | 0.610    | 1.915 | 0.540    | 2.059 | 0.473    | 2.239 | 0.409     | 2.362 |
| 26  | 1.072    | 1.222 | 1.001    | 1.312 | 0.928    | 1.411 | 0.855    | 1.518 | 0.783    | 1.635 | 0.711    | 1.759 | 0.640    | 1.888 | 0.572    | 2.026 | 0.505    | 2.188 | 0.441     | 2.313 |
| 27  | 1.089    | 1.233 | 1.019    | 1.319 | 0.949    | 1.413 | 0.878    | 1.515 | 0.808    | 1.626 | 0.738    | 1.743 | 0.669    | 1.867 | 0.602    | 1.997 | 0.536    | 2.131 | 0.473     | 2.269 |
| 28  | 1.104    | 1.244 | 1.037    | 1.325 | 0.969    | 1.415 | 0.900    | 1.513 | 0.832    | 1.618 | 0.764    | 1.729 | 0.696    | 1.847 | 0.630    | 1.970 | 0.568    | 2.098 | 0.504     | 2.229 |
| 29  | 1.119    | 1.254 | 1.054    | 1.332 | 0.986    | 1.418 | 0.921    | 1.512 | 0.855    | 1.611 | 0.788    | 1.718 | 0.723    | 1.830 | 0.658    | 1.947 | 0.595    | 2.068 | 0.533     | 2.193 |
| 30  | 1.133    | 1.263 | 1.070    | 1.339 | 1.008    | 1.421 | 0.941    | 1.511 | 0.877    | 1.606 | 0.812    | 1.707 | 0.748    | 1.814 | 0.684    | 1.925 | 0.622    | 2.041 | 0.562     | 2.160 |
| 31  | 1.147    | 1.273 | 1.085    | 1.345 | 1.023    | 1.425 | 0.960    | 1.510 | 0.897    | 1.601 | 0.834    | 1.698 | 0.772    | 1.800 | 0.710    | 1.906 | 0.649    | 2.017 | 0.589     | 2.131 |
| 32  | 1.160    | 1.282 | 1.100    | 1.352 | 1.040    | 1.428 | 0.979    | 1.510 | 0.917    | 1.597 | 0.856    | 1.690 | 0.794    | 1.788 | 0.734    | 1.889 | 0.674    | 1.985 | 0.615     | 2.104 |
| 33  | 1.172    | 1.291 | 1.114    | 1.358 | 1.055    | 1.432 | 0.996    | 1.510 | 0.936    | 1.594 | 0.878    | 1.683 | 0.816    | 1.775 | 0.757    | 1.874 | 0.698    | 1.975 | 0.641     | 2.080 |
| 34  | 1.184    | 1.299 | 1.128    | 1.364 | 1.070    | 1.435 | 1.012    | 1.511 | 0.954    | 1.591 | 0.898    | 1.677 | 0.837    | 1.766 | 0.779    | 1.860 | 0.722    | 1.957 | 0.665     | 2.057 |
| 35  | 1.195    | 1.307 | 1.140    | 1.370 | 1.085    | 1.439 | 1.028    | 1.512 | 0.971    | 1.589 | 0.914    | 1.671 | 0.857    | 1.757 | 0.800    | 1.847 | 0.744    | 1.940 | 0.689     | 2.037 |
| 36  | 1.206    | 1.315 | 1.153    | 1.376 | 1.098    | 1.442 | 1.043    | 1.513 | 0.988    | 1.588 | 0.932    | 1.666 | 0.877    | 1.749 | 0.821    | 1.836 | 0.768    | 1.925 | 0.711     | 2.018 |
| 37  | 1.217    | 1.323 | 1.165    | 1.382 | 1.112    | 1.448 | 1.058    | 1.514 | 1.004    | 1.586 | 0.950    | 1.662 | 0.895    | 1.742 | 0.841    | 1.825 | 0.787    | 1.911 | 0.733     | 2.001 |
| 38  | 1.227    | 1.330 | 1.178    | 1.388 | 1.124    | 1.449 | 1.072    | 1.515 | 1.019    | 1.585 | 0.966    | 1.658 | 0.913    | 1.735 | 0.860    | 1.816 | 0.807    | 1.898 | 0.754     | 1.985 |
| 39  | 1.237    | 1.337 | 1.187    | 1.393 | 1.137    | 1.453 | 1.085    | 1.517 | 1.034    | 1.584 | 0.982    | 1.655 | 0.930    | 1.729 | 0.878    | 1.807 | 0.826    | 1.887 | 0.774     | 1.970 |
| 40  | 1.246    | 1.344 | 1.198    | 1.398 | 1.148    | 1.457 | 1.098    | 1.518 | 1.048    | 1.584 | 0.997    | 1.652 | 0.946    | 1.724 | 0.895    | 1.799 | 0.844    | 1.878 | 0.749     | 1.956 |
| 45  | 1.288    | 1.376 | 1.245    | 1.423 | 1.201    | 1.474 | 1.156    | 1.528 | 1.111    | 1.584 | 1.065    | 1.643 | 1.019    | 1.704 | 0.974    | 1.768 | 0.927    | 1.834 | 0.881     | 1.932 |
| 50  | 1.324    | 1.403 | 1.285    | 1.446 | 1.245    | 1.491 | 1.205    | 1.538 | 1.164    | 1.587 | 1.123    | 1.639 | 1.081    | 1.692 | 1.039    | 1.746 | 0.967    | 1.805 | 0.965     | 1.884 |
| 55  | 1.356    | 1.427 | 1.320    | 1.466 | 1.284    | 1.506 | 1.247    | 1.548 | 1.209    | 1.592 | 1.172    | 1.638 | 1.134    | 1.685 | 1.095    | 1.734 | 1.057    | 1.785 | 1.018     | 1.837 |
| 60  | 1.383    | 1.449 | 1.350    | 1.484 | 1.317    | 1.520 | 1.283    | 1.558 | 1.249    | 1.598 | 1.214    | 1.639 | 1.179    | 1.682 | 1.144    | 1.728 | 1.108    | 1.771 | 1.072     | 1.817 |
| 65  | 1.407    | 1.468 | 1.377    | 1.500 | 1.346    | 1.534 | 1.315    | 1.568 | 1.283    | 1.604 | 1.251    | 1.642 | 1.218    | 1.680 | 1.166    | 1.720 | 1.153    | 1.761 | 1.120     | 1.802 |
| 70  | 1.429    | 1.485 | 1.400    | 1.515 | 1.372    | 1.546 | 1.343    | 1.578 | 1.313    | 1.611 | 1.283    | 1.645 | 1.253    | 1.680 | 1.223    | 1.716 | 1.192    | 1.754 | 1.162     | 1.792 |
| 75  | 1.448    | 1.501 | 1.422    | 1.529 | 1.395    | 1.557 | 1.368    | 1.587 | 1.340    | 1.617 | 1.313    | 1.649 | 1.284    | 1.682 | 1.256    | 1.714 | 1.227    | 1.748 | 1.199     | 1.783 |
| 80  | 1.468    | 1.515 | 1.441    | 1.541 | 1.416    | 1.568 | 1.390    | 1.595 | 1.364    | 1.624 | 1.338    | 1.663 | 1.312    | 1.683 | 1.285    | 1.714 | 1.269    | 1.745 | 1.232     | 1.777 |
| 85  | 1.482    | 1.528 | 1.456    | 1.553 | 1.435    | 1.578 | 1.411    | 1.603 | 1.388    | 1.630 | 1.362    | 1.667 | 1.337    | 1.685 | 1.312    | 1.714 | 1.287    | 1.743 | 1.262     | 1.773 |
| 90  | 1.496    | 1.540 | 1.474    | 1.563 | 1.452    | 1.587 | 1.429    | 1.611 | 1.406    | 1.636 | 1.383    | 1.681 | 1.360    | 1.687 | 1.336    | 1.714 | 1.312    | 1.741 | 1.288     | 1.769 |
| 95  | 1.510    | 1.552 | 1.489    | 1.573 | 1.468    | 1.596 | 1.448    | 1.618 | 1.425    | 1.642 | 1.403    | 1.696 | 1.381    | 1.690 | 1.358    | 1.715 | 1.336    | 1.741 | 1.313     | 1.767 |
| 100 | 1.522    | 1.562 | 1.503    | 1.583 | 1.482    | 1.604 | 1.462    | 1.625 | 1.441    | 1.647 | 1.421    | 1.670 | 1.400    | 1.693 | 1.378    | 1.717 | 1.357    | 1.741 | 1.335     | 1.765 |
| 150 | 1.611    | 1.637 | 1.598    | 1.651 | 1.584    | 1.665 | 1.571    | 1.679 | 1.657    | 1.693 | 1.543    | 1.708 | 1.530    | 1.722 | 1.515    | 1.737 | 1.501    | 1.752 | 1.486     | 1.767 |
| 200 | 1.664    | 1.684 | 1.653    | 1.683 | 1.643    | 1.704 | 1.633    | 1.715 | 1.623    | 1.725 | 1.613    | 1.735 | 1.603    | 1.746 | 1.592    | 1.757 | 1.582    | 1.768 | 1.571     | 1.779 |



| n   | k' = 11        |                | k' = 12        |                | k' = 13        |                | k' = 14        |                | k' = 15        |                | k' = 16        |                | k' = 17        |                | k' = 18        |                | k' = 19        |                | k' = 20        |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> |
| 16  | 0.080          | 3.446          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 17  | 0.084          | 3.286          | 0.053          | 3.506          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 18  | 0.113          | 3.146          | 0.075          | 3.358          | 0.047          | 3.357          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 19  | 0.145          | 3.023          | 0.102          | 3.227          | 0.067          | 3.420          | 0.043          | 3.601          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 20  | 0.178          | 2.914          | 0.131          | 3.109          | 0.082          | 3.297          | 0.061          | 3.474          | 0.038          | 3.639          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 21  | 0.212          | 2.817          | 0.162          | 3.004          | 0.119          | 3.185          | 0.084          | 3.358          | 0.055          | 3.621          | 0.035          | 3.671          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 22  | 0.246          | 2.729          | 0.194          | 2.909          | 0.148          | 3.084          | 0.109          | 3.252          | 0.077          | 3.412          | 0.050          | 3.562          | 0.032          | 3.700          | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 23  | 0.281          | 2.651          | 0.227          | 2.822          | 0.178          | 2.991          | 0.136          | 3.155          | 0.100          | 3.311          | 0.070          | 3.489          | 0.046          | 3.597          | 0.029          | 3.725          | —              | —              | —              | —              |
| 24  | 0.315          | 2.580          | 0.260          | 2.744          | 0.209          | 2.906          | 0.165          | 3.065          | 0.125          | 3.218          | 0.092          | 3.363          | 0.065          | 3.501          | 0.043          | 3.629          | 0.027          | 3.747          | —              | —              |
| 25  | 0.348          | 2.517          | 0.292          | 2.674          | 0.240          | 2.829          | 0.194          | 2.982          | 0.152          | 3.131          | 0.116          | 3.274          | 0.085          | 3.410          | 0.080          | 3.538          | 0.039          | 3.657          | 0.025          | 3.766          |
| 26  | 0.381          | 2.460          | 0.324          | 2.610          | 0.272          | 2.758          | 0.224          | 2.906          | 0.180          | 3.050          | 0.141          | 3.191          | 0.107          | 3.325          | 0.079          | 3.452          | 0.055          | 3.572          | 0.036          | 3.682          |
| 27  | 0.413          | 2.409          | 0.356          | 2.552          | 0.303          | 2.694          | 0.253          | 2.836          | 0.208          | 2.976          | 0.167          | 3.113          | 0.131          | 3.245          | 0.100          | 3.371          | 0.073          | 3.490          | 0.051          | 3.602          |
| 28  | 0.444          | 2.363          | 0.387          | 2.499          | 0.333          | 2.635          | 0.283          | 2.772          | 0.237          | 2.907          | 0.194          | 3.040          | 0.156          | 3.169          | 0.122          | 3.294          | 0.093          | 3.412          | 0.068          | 3.524          |
| 29  | 0.474          | 2.321          | 0.417          | 2.451          | 0.363          | 2.582          | 0.313          | 2.713          | 0.268          | 2.843          | 0.222          | 2.972          | 0.182          | 3.098          | 0.146          | 3.220          | 0.114          | 3.338          | 0.087          | 3.450          |
| 30  | 0.503          | 2.283          | 0.447          | 2.407          | 0.393          | 2.533          | 0.342          | 2.659          | 0.294          | 2.785          | 0.249          | 2.909          | 0.208          | 3.032          | 0.171          | 3.152          | 0.137          | 3.257          | 0.107          | 3.379          |
| 31  | 0.531          | 2.248          | 0.475          | 2.367          | 0.422          | 2.487          | 0.371          | 2.609          | 0.322          | 2.730          | 0.277          | 2.851          | 0.234          | 2.970          | 0.196          | 3.087          | 0.160          | 3.201          | 0.128          | 3.311          |
| 32  | 0.558          | 2.216          | 0.503          | 2.330          | 0.450          | 2.446          | 0.399          | 2.563          | 0.350          | 2.680          | 0.304          | 2.797          | 0.261          | 2.912          | 0.221          | 3.026          | 0.184          | 3.137          | 0.151          | 3.246          |
| 33  | 0.585          | 2.187          | 0.530          | 2.296          | 0.477          | 2.408          | 0.426          | 2.520          | 0.377          | 2.633          | 0.331          | 2.746          | 0.287          | 2.858          | 0.246          | 2.969          | 0.209          | 3.076          | 0.174          | 3.184          |
| 34  | 0.610          | 2.160          | 0.556          | 2.266          | 0.503          | 2.373          | 0.452          | 2.481          | 0.404          | 2.590          | 0.357          | 2.699          | 0.313          | 2.808          | 0.272          | 2.915          | 0.233          | 3.022          | 0.197          | 3.126          |
| 35  | 0.634          | 2.136          | 0.581          | 2.237          | 0.529          | 2.340          | 0.478          | 2.444          | 0.430          | 2.550          | 0.383          | 2.655          | 0.339          | 2.761          | 0.297          | 2.865          | 0.257          | 2.969          | 0.221          | 3.071          |
| 36  | 0.658          | 2.113          | 0.605          | 2.210          | 0.554          | 2.310          | 0.504          | 2.410          | 0.455          | 2.512          | 0.409          | 2.614          | 0.364          | 2.717          | 0.322          | 2.818          | 0.282          | 2.919          | 0.244          | 3.019          |
| 37  | 0.680          | 2.092          | 0.628          | 2.186          | 0.578          | 2.282          | 0.528          | 2.379          | 0.480          | 2.477          | 0.434          | 2.576          | 0.389          | 2.675          | 0.347          | 2.774          | 0.306          | 2.872          | 0.268          | 2.969          |
| 38  | 0.702          | 2.073          | 0.651          | 2.164          | 0.601          | 2.256          | 0.552          | 2.350          | 0.504          | 2.445          | 0.458          | 2.540          | 0.414          | 2.637          | 0.371          | 2.733          | 0.330          | 2.828          | 0.291          | 2.923          |
| 39  | 0.723          | 2.055          | 0.673          | 2.143          | 0.623          | 2.232          | 0.575          | 2.323          | 0.528          | 2.414          | 0.482          | 2.507          | 0.438          | 2.600          | 0.395          | 2.694          | 0.354          | 2.787          | 0.315          | 2.879          |
| 40  | 0.744          | 2.039          | 0.694          | 2.123          | 0.645          | 2.210          | 0.597          | 2.297          | 0.551          | 2.386          | 0.505          | 2.476          | 0.461          | 2.566          | 0.418          | 2.657          | 0.377          | 2.748          | 0.338          | 2.838          |
| 45  | 0.835          | 1.972          | 0.790          | 2.044          | 0.744          | 2.118          | 0.700          | 2.193          | 0.655          | 2.269          | 0.612          | 2.346          | 0.570          | 2.424          | 0.528          | 2.503          | 0.488          | 2.582          | 0.448          | 2.661          |
| 50  | 0.913          | 1.925          | 0.871          | 1.967          | 0.829          | 2.051          | 0.787          | 2.116          | 0.746          | 2.182          | 0.705          | 2.250          | 0.665          | 2.318          | 0.625          | 2.387          | 0.586          | 2.456          | 0.548          | 2.526          |
| 55  | 0.979          | 1.891          | 0.940          | 1.945          | 0.902          | 2.002          | 0.863          | 2.059          | 0.825          | 2.117          | 0.786          | 2.176          | 0.748          | 2.237          | 0.711          | 2.298          | 0.674          | 2.359          | 0.637          | 2.421          |
| 60  | 1.037          | 1.865          | 1.001          | 1.914          | 0.955          | 1.964          | 0.929          | 2.015          | 0.893          | 2.067          | 0.857          | 2.120          | 0.822          | 2.173          | 0.786          | 2.227          | 0.751          | 2.283          | 0.716          | 2.338          |
| 65  | 1.087          | 1.845          | 1.053          | 1.889          | 1.020          | 1.934          | 0.986          | 1.990          | 0.953          | 2.027          | 0.919          | 2.075          | 0.886          | 2.123          | 0.852          | 2.172          | 0.819          | 2.221          | 0.786          | 2.272          |
| 70  | 1.131          | 1.831          | 1.099          | 1.870          | 1.068          | 1.911          | 1.037          | 1.953          | 1.005          | 1.995          | 0.974          | 2.038          | 0.943          | 2.082          | 0.911          | 2.127          | 0.880          | 2.172          | 0.849          | 2.217          |
| 75  | 1.170          | 1.819          | 1.141          | 1.856          | 1.111          | 1.893          | 1.082          | 1.931          | 1.052          | 1.970          | 1.023          | 2.009          | 0.993          | 2.049          | 0.964          | 2.090          | 0.934          | 2.131          | 0.905          | 2.172          |
| 80  | 1.205          | 1.810          | 1.177          | 1.844          | 1.150          | 1.878          | 1.122          | 1.913          | 1.094          | 1.949          | 1.066          | 1.984          | 1.039          | 2.022          | 1.011          | 2.059          | 0.983          | 2.097          | 0.955          | 2.135          |
| 85  | 1.236          | 1.803          | 1.210          | 1.834          | 1.184          | 1.866          | 1.156          | 1.898          | 1.132          | 1.931          | 1.106          | 1.965          | 1.080          | 1.999          | 1.053          | 2.033          | 1.027          | 2.068          | 1.000          | 2.104          |
| 90  | 1.264          | 1.798          | 1.240          | 1.827          | 1.215          | 1.856          | 1.191          | 1.886          | 1.166          | 1.917          | 1.141          | 1.948          | 1.116          | 1.979          | 1.091          | 2.012          | 1.066          | 2.044          | 1.041          | 2.077          |
| 95  | 1.290          | 1.793          | 1.267          | 1.821          | 1.244          | 1.848          | 1.221          | 1.876          | 1.197          | 1.905          | 1.174          | 1.934          | 1.150          | 1.963          | 1.126          | 1.993          | 1.102          | 2.023          | 1.079          | 2.054          |
| 100 | 1.314          | 1.790          | 1.292          | 1.816          | 1.270          | 1.841          | 1.248          | 1.868          | 1.225          | 1.895          | 1.203          | 1.922          | 1.181          | 1.949          | 1.158          | 1.977          | 1.136          | 2.006          | 1.113          | 2.034          |
| 150 | 1.473          | 1.783          | 1.458          | 1.799          | 1.444          | 1.814          | 1.429          | 1.830          | 1.414          | 1.847          | 1.400          | 1.863          | 1.385          | 1.880          | 1.370          | 1.897          | 1.355          | 1.913          | 1.340          | 1.931          |
| 200 | 1.561          | 1.791          | 1.550          | 1.801          | 1.539          | 1.813          | 1.528          | 1.824          | 1.518          | 1.836          | 1.507          | 1.847          | 1.495          | 1.860          | 1.484          | 1.871          | 1.474          | 1.883          | 1.462          | 1.896          |

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.



(15)  
[This question paper contains 12 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1500**

**H**

Unique Paper Code : 12277608

Name of the Paper : Environmental Economics

Name of the Course : **B.A. (Hons.) Economics –  
CBCS – DSE**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. All the questions carry equal marks.
3. Attempt any five questions.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
3. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. (a) Describe the approach adopted by Mendelsohn to measure the impact of climate change on agriculture? Use appropriate diagrams and equation. (7)

(b) Define transfer coefficient. Applying uniform emission tax would result in inefficiency if the transfer coefficients for different polluters are different - explain with the help of diagrams and equations. (8)

(अ) मेडेलसोहन द्वारा कृषि पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव को मापने के लिए अपनाए गए दृष्टिकोण का वर्णन कीजिए। उपयुक्त रेखाचित्रों और समीकरणों का प्रयोग कीजिए।



- (ब) हस्तांतरण गुणांक परिभाषित करें। यदि विभिन्न प्रदूषकों के लिए अंतरण गुणांक अलग-अलग हैं, तो एकसमान उत्सर्जन कर लागू करने से अक्षमता आएगी - रेखाचित्रों और समीकरणों की सहायता से समझाइए।

2. (a) How does the method of adjusted net savings (ANS) as used by Geoffrey Heal provide a better measure of sustainability than per capita GDP? Explain with example. (8)

- (b) The major debate between Stern and Nordhaus is about setting prices for CO<sub>2</sub> emissions. In this context discuss how differences in the approach to the choice of appropriate discount rate led to a wide gap in the proposed emission prices. (7)

(अ) ज्योफ्री हील द्वारा उपयोग की जाने वाली समायोजित शुद्ध बचत (एएनएस) की विधि प्रति व्यक्ति जीडीपी की तुलना में स्थिरता का बेहतर उपाय कैसे प्रदान करती है? उदाहरण सहित समझाइए।

(ब) स्टर्न और नॉर्डहॉस के बीच प्रमुख बहस  $CO_2$  उत्सर्जन के लिए मूल्य निर्धारित करने के बारे में है। इस संदर्भ में चर्चा करें कि कैसे उचित छूट दर के चयन के दृष्टिकोण में अंतर के कारण प्रस्तावित उत्सर्जन कीमतों में व्यापक अंतर आ गया।

3. (a) Explain the concept of excludability and rivalry in the context of public good and public bad. Classify the following goods/services into categories of rival, non-rival, excludable, non-excludable. Give reasons. (3,4)

(i) Oil spill in the ocean

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(ii) Covid 19

(iii) Chloro Fluoro Carbon

(iv) Private beach

(b) Distinguish between revealed preference and stated preference approaches. Using the restricted demand approach derive demand for an environmental goods. (2,6)

(अ) सार्वजनिक अच्छाई और सार्वजनिक बुराई के संदर्भ में अपवर्जनता और प्रतिद्वंद्विता की अवधारणा की व्याख्या कीजिए। निम्नलिखित वस्तुओं/सेवाओं को प्रतिद्वंद्वी, गैर-प्रतिस्पर्धी, बहिष्कृत, गैर-बहिष्कृत श्रेणियों में वर्गीकृत करें। कारण दीजिए।

(i) समुद्र में तेल का रिसाव

(ii) कोविड 19

(iii) क्लोरो फ्लोरो कार्बन

(iv) निजी समुद्र तट

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (ब) प्रकट वरीयता और घोषित वरीयता दृष्टिकोण के बीच अंतर।  
प्रतिबंधित मांग दृष्टिकोण का उपयोग करके पर्यावरणीय वस्तुओं  
की मांग प्राप्त करें।

4. (a) A polluting factory produces emissions whose damage ( $D$ ) declines with distance. Robin works in this factory. The damage to Robin is  $D(r) = 500/r$ , where  $r$  is distance in kilometer from the firm and  $D$  is damage in rupees. His cost of commuting from the factory to home is Rs. 10 per km.

(i) Write an expression for Robin's total cost. (2)

(ii) At what distance from the factory will Robin live? (if he wants to minimize his total cost) (3)



(iii) At what distance from the factory will Robin live if he receives full compensation for the damage he incurs? (The minimum distance from the factory, Robin can live is 100 meters). (3)

(b) "It is socially desirable to correct a Pareto relevant externality; after the correction, the externality becomes Pareto irrelevant." Explain with a diagram. (7)

(अ) एक प्रदूषण फैलाने वाला कारखाना उत्सर्जन उत्पन्न करता है जिसकी क्षति (डी) दूरी के साथ घटती है। रॉबिन इसी फैक्ट्री में काम करता है। रॉबिन को नुकसान डी (आर) =  $500 / \text{आर}$  है, जहां आर फर्म से किलोमीटर में दूरी है और डी रुपये में नुकसान है। फैक्ट्री से घर आने-जाने का उनका स्वर्चा 10 प्रति किमी. है।

- (i) रोबिन की कुल लागत के लिए व्यंजक लिखिए।
- (ii) रॉबिन कारखाने से कितनी दूरी पर रहेगा? (यदि वह अपनी कुल लागत को कम करना चाहता है)
- (iii) रोबिन कारखाने से कितनी दूरी पर रहेगा यदि उसे हुए नुकसान का पूरा मुआवजा मिल जाता है? (कारखाने से न्यूनतम दूरी, रॉबिन 100 मीटर रह सकता है)।
- (ब) “पैरेटो प्रासंगिक बाहरीता को सही करने के लिए सामाजिक रूप से वांछनीय है; सुधार के बाद, बाह्यता पैरेटो अप्रासंगिक हो जाती है। आरेख द्वारा समझाइए।

5. (a) Analyse the factors that have led to poor air quality in Delhi and adjoining areas. What possible solutions are suggested in the Economic Survey 2017-18 to address the problem. (7)



(b) With the help of appropriate diagram(s) show how an open access resource is over used. (4)

(c) Why is environmental quality considered as a public good? (4)

(अ) उन कारकों का विश्लेषण कीजिए जिनके कारण दिल्ली और आस-पास के क्षेत्रों में वायु गुणवत्ता खराब हुई है। समस्या के समाधान के लिए आर्थिक सर्वेक्षण 2017-18 में क्या संभावित समाधान सुझाए गए हैं।

(ब) उपयुक्त आरेख (चित्रों) की सहायता से दिखाएं कि एक ओपन एक्सेस संसाधन का उपयोग कैसे किया जाता है।

(स) पर्यावरणीय गुणवत्ता को सार्वजनिक वस्तु क्यों माना जाता है?

- 6 (a) What are command and control (CAC) and market-based instruments (MBI) for pollution control? How are they different from one another? Examine the applicability of CAC and MBIs in the advance and developing countries.

(2,2,4)

- (b) Establish the conditions for efficiency in case of multiple sources of pollution and a single receptor, with marketable ambient pollution permits.

(7)

- (अ) प्रदूषण नियंत्रण के लिए कमांड एंड कंट्रोल (सीएसी) और बाजार आधारित उपकरण (एमबीआई) क्या हैं? वे एक दूसरे से कैसे भिन्न हैं? उन्नत और विकासशील देशों में सीएसी और एमबीआई की प्रयोज्यता की जांच करें।

मालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

MALINDI COLLEGE LIBRARY



- (ब) विपणन योग्य परिवेश प्रदूषण परमिट के साथ प्रदूषण के कई स्रोतों और एकल रिसेप्टर के मामले में दक्षता के लिए शर्तें स्थापित करें।

7. (a) What is the contingent valuation approach? Clearly specify the steps involved in the contingent valuation approach. What are the limitations of this approach? (7)

(b) What are stock pollutants? Derive the efficient level of emissions of a stock pollutant where the marginal savings from emitting a unit of pollution today is equal to the weighted sum of all marginal damages that may occur in the future. (8)

(अ) आकस्मिक मूल्यांकन दृष्टिकोण क्या है? आकस्मिक मूल्यांकन दृष्टिकोण में शामिल चरणों को स्पष्ट रूप से निर्दिष्ट करें। इस दृष्टिकोण की सीमाएँ क्या हैं?

- (ब) स्टॉक प्रदूषक क्या हैं? एक स्टॉक प्रदूषक के उत्सर्जन के कुशल स्तर को प्राप्त करें जहां आज प्रदूषण की एक इकाई के उत्सर्जन से होने वाली मामूली बचत भविष्य में होने वाली सभी सीमांत क्षतियों के भारित योग के बराबर है।



[This question paper contains 12 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1652**

**H**

Unique Paper Code : 12277608

Name of the Paper : Environmental Economics

Name of the Course : **B.A. (Hons.) Economics – CBCS – DSE**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. **All** the questions carry equal marks.
3. Attempt any **five** questions.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
3. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. (a) What are the frequently observed adverse impacts of the rapid growth of vehicles, mining, manufacturing and power generation on human health in metropolitan cities of India? (7)

(b) A refinery and a car paint shop are located adjacent to each other. Emissions from the refinery adversely affect the car paint shop. Determine the efficiency conditions and show efficiency can be achieved irrespective of who is assigned the property rights. Explain using diagrams and equations. (8)

(अ) भारत के महानगरों में मानव स्वास्थ्य पर वाहनों, खनन, विनिर्माण और बिजली उत्पादन की तीव्र वृद्धि के अक्सर देखे जाने वाले प्रतिकूल प्रभाव क्या हैं?



- (ब) एक रिफाइनरी और एक कार पेंट की दुकान एक दूसरे के निकट स्थित हैं। रिफाइनरी से निकलने वाला उत्सर्जन कार पेंट शॉप पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। दक्षता शर्तों का निर्धारण करें और दिखाएँ कि संपत्ति के अधिकार किसे सौंपे गए हैं, इस पर ध्यान दिए बिना दक्षता प्राप्त की जा सकती है। रेखाचित्रों और समीकरणों की सहायता से समझाइए।

2. (a) Provide a brief account of air pollution in India by focusing on the reasons as well as government responses to the problem. (8)

- (b) Using a diagram explain how a market for pollution permits works and achieves pollution reduction at the least cost. (7)

- (अ) समस्या के कारणों और साथ ही सरकार की प्रतिक्रियाओं पर ध्यान केंद्रित करते हुए भारत में वायु प्रदूषण का एक संक्षिप्त विवरण प्रदान करें।

- (ब) एक आरेख का उपयोग करके समझाएं कि प्रदूषण परमिट के लिए बाजार कैसे काम करता है और कम से कम लागत पर प्रदूषण में कमी लाता है।

3. (a) Consider the market for electricity. Suppose demand (in MW h) is given by  $Q = 50 - P$  and the marginal private cost of generating electricity is Rs. 10 per MW h ( $P$  is the price). Suppose further that smoke is generated in the production of electricity in direct proportion to the amount of electricity generated. The health damage from the smoke is Rs. 15 per MW h generated. Show with the help of diagrams, what price will be charged, and how much electricity will be produced in the markets given below :
- (i) if the electricity is produced by competitive producers. (2)
  - (ii) if the electricity is produced by an unregulated monopolist. (2)
- (b) "There are several prevalent myths about how economists think about the environment." Describe these myths. (4)
- (c) When a firm has monopoly power in goods market, a number of inefficiency problems arise in controlling pollution. An emission fee can make matters worse. Elaborate with diagrams how an emission fee further distorts the efficient outcome with the monopoly in the goods market. (7)



(अ) बिजली के बाजार पर विचार करें। मान लीजिए मांग (MW h में)  $Q = 50 - P$  द्वारा दी गई है और बिजली पैदा करने की सीमांत निजी लागत रुपये है। 10 प्रति MW h ( $p$  कीमत है)। आगे मान लीजिए कि बिजली के उत्पादन में उत्पन्न होने वाली बिजली की मात्रा के प्रत्यक्ष अनुपात में धुआं उत्पन्न होता है। धुएं से स्वास्थ्य की क्षति रु. 15 प्रति मेगावाट एच उत्पन्न। अरेखों की सहायता से दर्शाइए कि नीचे दिए गए बाजारों में क्या कीमत वसूल की जाएगी और कितनी बिजली का उत्पादन किया जाएगा :

- (i) यदि बिजली प्रतिस्पर्धी उत्पादकों द्वारा उत्पादित की जाती है।
- (ii) यदि बिजली एक अनियमित एकाधिकार द्वारा उत्पादित की जाती है।

(ब) “अर्थशास्त्री पर्यावरण के बारे में कैसे सोचते हैं, इसके बारे में कई प्रचलित मिथक हैं।” इन मिथकों का वर्णन करें।

(स) जब एक फर्म के पास माल बाजार में एकाधिकार शक्ति होती है, तो प्रदूषण को नियंत्रित करने में कई अक्षमता की समस्या उत्पन्न होती है। एक उत्सर्जन शुल्क मामले को बदतर बना सकता है। अरेखों के साथ विस्तृत करें कि कैसे एक उत्सर्जन शुल्क माल बाजार में एकाधिकार के साथ कुशल परिणाम को और विकृत करता है।

4. (a) Suppose a local government is trying to clean river pollution in a city. There are 100 families in the city and each has an identical demand function given by  $P = 10 - Q$  where  $Q$  is the area of river cleaned and  $P$  is the associated price he or she is willing to pay.

(i) If the marginal cost of cleaning is Rs. 500 per unit of the area, how much area should be cleaned in an efficient allocation?

(4)

(ii) Determine the net benefit associated with cleaning the river pollution.

(3)

- (b) Assume that there are two polluters and two victims. Find the optimum level of Pigouvian fee and the amount of pollution using appropriate equations and diagrams. Analyse how efficiency is achieved in the case of polluter's liability.

(8)

- (अ) मान लीजिए कि एक स्थानीय सरकार किसी शहर में नदी प्रदूषण को साफ करने का प्रयास कर रही है। शहर में 100 परिवार हैं और प्रत्येक का एक समान मांग फलन है, जो  $P = 10 - Q$  द्वारा दिया गया है, जहां  $Q$  नदी की सफाई का

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



क्षेत्र है और P संबद्ध मूल्य है जिसे वह भुगतान करने को तैयार है।

(i) यदि सफाई की सीमांत लागत रुपये है। 500 प्रति इकाई क्षेत्र में कुशल आवंटन में कितने क्षेत्र की सफाई की जानी चाहिए?

(ii) नदी प्रदूषण की सफाई से जुड़े शुद्ध लाभ का निर्धारण करें।

(ब) मान लें कि दो प्रदूषक और दो पीड़ित हैं। उपयुक्त समीकरणों और आरेखों का उपयोग करके पिगोवियन शुल्क का इष्टतम स्तर और प्रदूषण की मात्रा ज्ञात कीजिए। विश्लेषण करें कि प्रदूषक के दायित्व के मामले में दक्षता कैसे प्राप्त की जाती है।

5. (a) Two types of consumers (workers and retirees) share a community with a polluting cheese factory. The pollution is nonrival and nonexcludable. The total damage to workers is  $P^2$ , where  $P$  is the amount of pollution and the total damage to retirees is  $3P^2$ . According to an analysis of consulting engineers, the cheese factory saves  $20P - P^2$  by polluting  $P$ , for a marginal savings of  $20 - 2P$ .

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (i) Find the aggregate marginal damage for the public bad (for both types of consumers). (2)
- (ii) Graph the marginal savings and aggregate marginal damage curves with pollution on the horizontal axis. (2)
- (b) Why is lump-sum compensation for an externality non-distortionary? (3)
- (c) The second fundamental theorem of welfare economics states that "in a competitive economy any Pareto optimum can be achieved by market forces, provided the resources of the economy are appropriately distributed before the market is allowed to operate." Prove the theorem using appropriate equations and diagrams. (8)
- (अ) दो प्रकार के उपभोक्ता (श्रमिक और सेवानिवृत्त) एक समुदाय को एक प्रदूषणकारी पनीर कारखाने के साथ साझा करते हैं। प्रदूषण अप्रतिस्पर्धी और गैर-बहिष्कृत है। श्रमिकों को होने वाली कुल क्षति  $P^2$  है, जहाँ  $P$  प्रदूषण की मात्रा है और सेवानिवृत्त लोगों की कुल क्षति  $3P^2$  है। कंसल्टिंग इंजीनियरों के एक



विश्लेषण के अनुसार, पनीर फैक्ट्री 20 – 2P की मामूली बचत के लिए P को प्रदूषित करके  $20P - P^2$  बचाती है।

- (i) सार्वजनिक खराब (दोनों प्रकार के उपभोक्ताओं के लिए) कुल सीमांत क्षति का पता लगाएं।
- (ii) क्षैतिज अक्ष पर प्रदूषण के साथ सीमांत बचत और कुल सीमांत क्षति घटता को रेखांकन करें।

(ब) बाहरीता के लिए एकमुश्त मुआवजा गैर-विकृत क्यों है?

(स) कल्याणकारी अर्थशास्त्र का दूसरा मौलिक प्रमेय बताता है कि “प्रतिस्पर्धी अर्थव्यवस्था में किसी भी पैरेटो इष्टतम को बाजार की ताकतों द्वारा प्राप्त किया जा सकता है, बशर्ते अर्थव्यवस्था के संसाधनों को उचित रूप से वितरित किया जाता है, इससे पहले बाजार को संचालित करने की अनुमति दी जाती है।” उपयुक्त समीकरणों और आरेखों का उपयोग करके प्रमेय को सिद्ध कीजिए।

6. (a) Distinguish between hedonic and household production approaches. Show how hedonic price theory may be used to explain the variation in the price of a house with a change in the level of

(7)

कलमदी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

- (b) Discuss the nature of the slope of hedonic price function. Define contingent valuation and briefly describe the various problems associated with a contingent valuation study. (8)

(अ) सुखमय और घरेलू उत्पादन दृष्टिकोणों के बीच अंतर करें। प्रदूषण के स्तर में बदलाव के साथ घर की कीमत में बदलाव की व्याख्या करने के लिए हेडोनिक मूल्य सिद्धांत का उपयोग कैसे किया जा सकता है, यह दिखाएं।

(ब) हेडोनिक मूल्य समारोह की ढलान की प्रकृति पर चर्चा करें। आकस्मिक मूल्यांकन को परिभाषित करें और आकस्मिक मूल्यांकन अध्ययन से जुड़ी विभिन्न समस्याओं का संक्षेप में वर्णन करें।

7. (a) Suppose housing (H) and air quality (A) are the only two things entering into Jose's utility and Jose's utility function is  $U(H, A) = A \cdot H$ . Suppose Jose's income is \$100 and the price of housing is \$20. (2+2+2)

(i) If air quality is  $A = 2$ , how much housing will Jose purchase? Plot Jose's indifference curve and budget constraint through this point, showing how much housing is consumed.



(ii) Suppose air quality rises to  $A = 4$ , plot Jose's new indifference curve and new consumption point.

(iii) How much would Jose be willing to pay to increase air quality from 2 to 4.

(b) How can climate change be defined as a public good? Can economic theory help evaluate the impact of climate change? Evaluate the possible effects of climate change. (9)

(अ) मान लीजिए आवास ( $H$ ) और वायु गुणवत्ता ( $A$ ) जोस की उपयोगिता में प्रवेश करने वाली केवल दो चीजें हैं और जोस की उपयोगिता फंक्शन  $U(H, A) = A \cdot H$  है। मान लीजिए कि जोस की आय \$100 है और आवास की कीमत \$20 है।

(i) यदि वायु की गुणवत्ता  $A=2$  है, तो जोस कितना आवास खरीदेगा? इस बिंदु के माध्यम से जोस की उदासीनता वक्र और बजट की कमी को दर्शाता है, यह दर्शाता है कि आवास की कितनी खपत होती है।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (ii) मान लीजिए कि हवा की गुणवत्ता  $A = 4$  तक बढ़ जाती है, जोस के नए उदासीनता वक्र और नए उपभोग बिंदु को प्लॉट करें।
- (iii) हवा की गुणवत्ता को 2 से 4 तक बढ़ाने के लिए जोस कितना भुगतान करने को तैयार होगा।
- (ब) जलवायु परिवर्तन को सार्वजनिक वस्तु के रूप में कैसे परिभाषित किया जा सकता है? क्या आर्थिक सिद्धांत जलवायु परिवर्तन के प्रभाव का मूल्यांकन करने में मदद कर सकता है? जलवायु परिवर्तन के संभावित प्रभावों का मूल्यांकन करें।



(17)  
[This question paper contains 16 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 1655**

**H**

Unique Paper Code : 12277615

Name of the Paper : Law and Economics

Name of the Course : **B.A. (Hons.) Economics - DSE**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answer any **five** out of **eight** questions.
3. **All** questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. आठ में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये ।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. (a) When bargaining costs are high, the rule for assigning liability matters for efficiency. Do you agree? Explain using an appropriate example.

(b) Explain the Kaldor-Hicks criterion for evaluating a social change in which there are gainers and losers. Does it encompass consensual exchange? How important is consent as the basis for the efficiency of competitive markets? (7.5+7.5)

(क) जब सौदेबाजी की लागत उच्च होती है, तो दक्षता हेतु देयता निर्दिष्टि का नियम प्रासंगिक होता है। क्या आप सहमत हैं?

उपयुक्त उदाहरण के साथ समझाइये।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



(ख) किसी सामाजिक परिवर्तन के मूल्यांकन के लिए काल्डोर-हिक्स मानदंड की व्याख्या कीजिए जिसमें विजेता और पराजित दोनों होते हैं। क्या इसमें सहमतिपूर्ण विनिमय शामिल है? प्रतिस्पर्धी बाजारों की दक्षता के आधार के रूप में सहमति कितनी महत्वपूर्ण है?

2. (a) A farmer, in response to a magazine advertisement for "a sure means to kill grasshoppers" mails Rs. 100 and receives two wooden blocks by return post with the instructions, "Place grasshopper on Block A and smash with Block B." The buyer asks the court to require the seller to return the Rs. 100 and to pay Rs. 1000 in punitive damages. Assume that the courts take guidance from bargain theory in deciding this case; Are all the elements of a legally enforceable promise present in this transaction? Justify.

(b) What constitutes a fair bargain in bargain theory?

Are courts restricted to enforcing only fair bargains? Discuss.

(c) Bargain theory is underinclusive in not arguing for the enforceability of promises that both parties truly want enforced. Do you agree? (5+5+5)

(क) एक किसान, "टिड्डियों को मारने का एक निश्चित साधन" हेतु एक पत्रिका के विज्ञापन के प्रत्युत्तर में 100 रुपये भेजता है और उसे रिटर्न पोस्ट द्वारा दो लकड़ी के ब्लॉक प्राप्त होते हैं, जिसमें निर्देश होते हैं, "ब्लॉक ए पर टिड्डी रखें और ब्लॉक बी के साथ मार दें।" क्रेता न्यायालय से विक्रेता द्वारा 100 रुपये वापस करने और दंडात्मक क्षति के रूप में 1000 रुपये का भुगतान करने की मांग करता है। मान लीजिए कि अदालतें इस मामले का निर्णय में सौदेबाजी सिद्धांत का प्रयोग करती हैं; क्या विधिक रूप से प्रवर्तनीय वादे के सभी तत्व इस लेनदेन में मौजूद हैं? सिद्ध कीजिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(ख) सौदेबाजी सिद्धांत में उचित सौदेबाजी का क्या अर्थ है? क्या अदालतें केवल उचित सौदेबाजी प्रवर्तित करने तक ही सीमित हैं? विवेचना कीजिए।

(ग) सौदेबाजी का सिद्धांत, उन वादों की प्रवर्तनीयता के लिए विमर्श न करने के रूप में अल्प-समावेशी है, जिन्हें दोनों पक्ष वास्तव में प्रवर्तित करना चाहते हैं। क्या आप सहमत हैं?

3. (a) In the provisioning of a good or service, the government has a choice whether to provide the good or service itself or to contract with a private provider. Examine this statement using the incomplete contracting approach. Explain the trade-offs involved with the help of a suitable example.

(b) Suppose that the value of a contract to a buyer,  $V$ , is a function of her investment in nonsalvageable reliance,  $R$ . Specifically, the buyer can invest

either Rs. 2,000 or Rs. 4,000 with the resulting impact on V as follows :

| <u>R</u>  | <u>V</u>   |
|-----------|------------|
| Rs. 2,000 | Rs. 8,000  |
| Rs. 4,000 | Rs. 11,000 |

The contract price, payable on performance, is Rs. 1,500.

- (i) Assume initially that performance of the contract will occur with certainty. What level of reliance maximizes the buyer's net return from the contract?
- (ii) Now suppose that the buyer anticipates a breach of the contract with probability 0.5, in which case her reliance investment is lost (though she does not have to pay the price). What choice of reliance maximizes the buyer's expected return in this case (ignoring damages)?



(iii) What level of reliance will the buyer choose under unlimited expectation damages? How does your answer compare to your answers in (a) and (b)? Explain.

(8+7)

(क) किसी वस्तु या सेवा के प्रावधान में, सरकार के पास यह विकल्प होता है कि वह वस्तु या सेवा स्वयं प्रदान करे या किसी निजी प्रदाता के साथ अनुबंध करे।

अपूर्ण अनुबंध दृष्टिकोण का उपयोग करके इस कथन की जाँच कीजिए। एक उपयुक्त उदाहरण की सहायता से इसमें शामिल ट्रेड-ऑफ की व्याख्या कीजिए।

(ख) मान लीजिए कि एक क्रेता, V के लिए अनुबंध का मूल्य, गैर-बचाव योग्य निर्भरता, R में उसके निवेश का एक कार्य है। विशेष रूप से, क्रेता या तो 2,000 रुपये या 4,000 रुपये का निवेश कर सकता है, जिसके परिणामस्वरूप V पर प्रभाव

निम्नानुसार होगा :

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

| <u>R</u>  | <u>Y</u>   |
|-----------|------------|
| 2,000 रु. | 8,000 रु.  |
| 4,000 रु. | 11,000 रु. |

प्रदर्शन पर देय अनुबंध मूल्य 1,500 रुपये है।

(i) प्रारंभ में मान लें कि अनुबंध का निष्पादन निश्चितता के साथ होगा। किस स्तर की निर्भरता अनुबंध से क्रेता के शुद्ध रिटर्न को अधिकतम करती है?

(ii) अब मान लीजिए कि स्वरीदार को संभावना 0.5 के साथ अनुबंध के उल्लंघन की आशंका है, ऐसी स्थिति में वह निर्भरता निवेश गंवा देता है (हालांकि उसे कीमत तय करने की जरूरत नहीं है)। इस मामले में (क्षति को नजरअंदाज करते हुए) निर्भरता का कौन सा विकल्प क्रेता के अपेक्षित रिटर्न को अधिकतम करता है?



(iii) असीमित प्रत्याशा क्षति के तहत क्रेता किस स्तर की निर्भरता का चयन करेगा? आपका उत्तर (क) और (ख) में आपके उत्तरों से कैसे तुलना करता है? व्याख्या कीजिए।

4. (a) A factory emits smoke that causes damage to 10 nearby residents who hang out their laundry to dry. The damages amount to \$30 each. Suppose two forms of abatement are possible :

- 1) The factory can install a smoke screen at a cost of \$200, or
- 2) Each resident can be provided with an electric dryer at a cost of \$25 each.

(i) What is the optimal solution?

(ii) Would a Pigovian tax imposed on the factory achieve this solution?

(iii) What would be the likely outcome if instead the factory had the right to emit the smoke?

(iv) Under what conditions would the efficient condition arise in case (c)?

(b) What could be the impediment to Coasian bargaining even when the transaction costs are low? (8+7)

(क) एक फैक्ट्री से धुआं निकलता है जिससे आस-पास के 10 निवासियों को नुकसान होता है जो अपने कपड़े बाहर सूखने के लिए डालते हैं। प्रत्येक हेतु क्षति की राशि 30\$ है। मान लीजिए कि दो प्रकार की छूट संभव है :

(1) फैक्ट्री 200\$ की लागत पर एक स्मोक स्क्रीन स्थापित कर सकती है, अथवा

(2) प्रत्येक निवासी को 25\$ की लागत पर एक इलेक्ट्रिक ड्रायर प्रदान किया जा सकता है।



(i) सर्वोत्कृष्ट समाधान क्या है?

(ii) क्या फैक्टरी पर लगाया गया पिगोवियन टैक्स इसका समाधान होगा?

(iii) यदि इसके बजाय कारखाने को धुआं उत्सर्जित करने का अधिकार दिया जाए तो संभावित परिणाम क्या होगा?

(iv) मामले (ग) में अनुकूल स्थिति किन परिस्थितियों में उत्पन्न होगी?

(ख) लेन-देन लागत कम होने पर भी कोएशियन सौदेबाजी में क्या बाधा हो सकती है?

5. Land pooling mechanism is a better alternative to the traditional mechanism of land transfer. Do you agree? Explain. What is the Indian experience with the land pooling mechanism of land transfer? (15)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

भूमि पूलिंग तंत्र, भूमि हस्तांतरण के पारंपरिक तंत्र का एक बेहतर विकल्प है। क्या आप सहमत हैं? व्याख्या कीजिए। भूमि हस्तांतरण के लैंड पूलिंग तंत्र के भारतीय अनुभव क्या है?

6. How does a rule of strict liability compare with a negligence rule *in terms of care taken by the injurer* under unilateral care? What are the factors that affect the choice between the two rules in a unilateral care framework? (15)

एकल पाक्षिक देखभाल के तहत घायल व्यक्ति द्वारा प्राप्त की गई देखभाल के संदर्भ में सख्त दायित्व के नियम की तुलना लापरवाही के नियम से कैसे की जाती है? वे कौन से कारक हैं जो एकल पाक्षिक देखभाल ढांचे में दो नियमों के बीच चयन को प्रभावित करते हैं?

7. (a) Consider the following setting in the settlement-trial decision: let  $P_p$  denote the plaintiffs assessment of her probability of winning at trial,



and let  $P_d$  denote the defendant's assessment of this same probability. (In other words,  $P_d$  is the defendant's assessment of his probability of losing at trial.) Also, let  $J$  equal the monetary judgment that the plaintiff will recover if she wins (an amount that both parties agree on), and let  $C_p$  and  $D_d$  be the costs of trial for the plaintiff and defendant, respectively. Assume that settlement is costless.

- (i) Calculate the expected value of trial for the plaintiff and the expected cost of trial for the defendant.
- (ii) Show that a settlement is always feasible if the parties have symmetric beliefs about the plaintiffs probability of winning at trial.
- (iii) Derive the trial condition and state the implications resulting from it.

(iv) What is self-serving bias? How does it impact the bargaining between the plaintiff and the defendant?

(b) What are the key differences between copyright law and patent law? (10+5)

(क) निपटान-वाद निर्णयन में निम्नलिखित अभितन्त्र पर विचार कीजिए: मुकदमे में जीत की संभावना के वादी के आकलन को  $P_p$  के रूप में दर्शाइए और इसी संभावना के प्रतिवादी के आकलन को  $P_d$  के रूप में निरूपित कीजिए। (दूसरे शब्दों में  $P_d$ , प्रतिवादी द्वारा मुकदमे में हारने की संभावना का आकलन है।) इसके अलावा,  $J$  को मौद्रिक निर्णय के बराबर मान लें जो कि वादी जीतने पर वसूल करेगी (वह राशि जिस पर दोनों पक्ष सहमत हैं), और  $C_p$  और  $D_d$  को क्रमशः वादी और प्रतिवादी के लिए मुकदमे की लागत मानें। मान लीजिए कि निपटान लागत-रहित है।



- (i) वादी के लिए मुकदमे के अपेक्षित मान और प्रतिवादी के लिए मुकदमे की अपेक्षित लागत की गणना कीजिए।
- (ii) दर्शाइए कि समझौता हमेशा संभव है यदि पक्षों को मुकदमे में वादी की जीत की संभावना के बारे में सममित विश्वास है।
- (iii) वाद स्थिति निष्कर्षित कीजिए और इसके परिणामस्वरूप होने वाले निहितार्थ बताइए।
- (iv) स्व-सेवा पूर्वाग्रह क्या है? यह वादी और प्रतिवादी के बीच सौदेबाजी को कैसे प्रभावित करता है?
- (ख) कॉपीराइट कानून और पेटेंट कानून के बीच मुख्य अंतर क्या हैं?

8. Write short notes on any two of the following :

- (a) Untaken precaution approach in tort law
- (b) Doctrine of frustration of purpose in contract law

(c) Inalienable rights in Property law (7.5×2)

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(क) टॉर्ट विधि में अविचलित सावधानी दृष्टिकोण

(ख) अनुबंध कानून में उद्देश्य के नैराश्य का सिद्धांत

(ग) संपत्ति कानून में अहस्तांतरणीय अधिकार



[This question paper contains 28 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 1758

H

Unique Paper Code : 12271403

Name of the Paper : Introductory Econometrics

Name of the Course : CBCS Core

Semester : IV

Duration : 3 Hour

Maximum Marks : 75

### Instructions for Candidates

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answer any **Five** questions out of **Seven**.
3. **All** questions carry equal marks.
4. Use of simple non-programmable calculator is allowed. Statistical tables are attached for your reference.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. सात में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. साधारण गैर-प्रोग्राम योग्य कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है। आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय सारणियाँ संलग्न हैं।  
सभी गणनाओं के लिए दो दशमलव स्थानों पर संख्याओं को गोल किया जा सकता है।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

1. State whether the following statements are True or False. Give reasons for your answer.

- (i) The assumptions made by the classical linear regression model (CLRM) are not necessary to compute OLS estimators.
- (ii) In the model  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \varepsilon_i$ , if  $X_2$  and  $X_3$  are negatively correlated in the sample and  $\beta_3 > 0$ , omitting  $X_3$  from the model will bias  $b_{12}$  downward [i.e.,  $E(b_{12}) < \beta_2$ ] where  $b_{12}$  is the slope coefficient in the regression of  $Y$  on  $X_2$  alone.
- (iii) In cases of high multicollinearity, it is not possible to assess the individual significance of one or more partial regression coefficients.
- (iv) In the presence of heteroscedasticity, the usual OLS method always overestimates the standard errors of estimators.
- (v) The Durbin-Watson  $d$  test assumes that the variance of the error term  $\varepsilon_i$  is homoscedastic. (3×5=15)

बताइए कि निम्नलिखित कथन सही हैं या गलत। अपने उत्तर के कारण बताएं।

- (i) शास्त्रीय रेखीय प्रतिगमन मॉडल (CLRM) द्वारा बनाई गई धारणाएँ OLS अनुमानकों की गणना करने के लिए आवश्यक नहीं हैं।
- (ii) मॉडल  $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \varepsilon_i$ , if  $X_2$  में, यदि  $X_2$  और  $X_3$  नमूने में नकारात्मक रूप से सहसंबंधित हैं और  $\beta_3 > 0$ , मॉडल से  $X_3$  को छोड़ने से  $b_{12}$  नीचे की ओर बायस होगा [यानी,  $E(b_{12}) < \beta_2$ ] जहाँ  $b_{12}$  केवल  $X_2$  पर  $Y$  के प्रतिगमन में ढलान गुणांक हैं।
- (iii) उच्च बहुसंख्यता के मामलों में, एक या अधिक आंशिक प्रतिगमन गुणांक के व्यक्तिगत महत्व का आकलन करना संभव नहीं है।
- (iv) विषमलैंगिकता की उपस्थिति में, सामान्य ओएलएस विधि हमेशा अनुमानकों की मानक त्रुटियों को अधिक अनुमानित करती है।
- (v) डर्बिन-वाटसन डी परीक्षण मानता है कि त्रुटि पद  $\varepsilon_i$  का प्रसरण समलैंगी है।



2. From the annual data for the cement sector for 1990-2022 the following regression results were obtained for the

$$\text{PRF: } \ln Y = \beta_1 + \beta_2 \ln K + \beta_3 \ln L + \beta_4 t + \varepsilon_t$$

**Model 1 :**  $\ln \hat{Y} = 2.81 + 0.53 \ln K + 0.61 \ln L + 0.047 t$   
 se (1.38) (0.44) (0.14) (0.006)  
 RSS = 332.1

**Model 2 :**  $\ln(\hat{Y}/L) = -0.11 + 0.18 \ln(K/L) + 0.006t$   
 (0.03) (0.05) (0.006)  
 RSS = 362.04 p value of F test = 0.000  $d = 0.86$

Y = index of real output, K = index of real capital input, L = index of real labour input, t = time or trend.

- Interpret the coefficient of  $\ln(K/L)$  in model 2.
- What additional information will you need to conduct a goodness of fit test for model 1 and how will you use it?
- Test that  $\beta_2 + \beta_3 = 1$  i.e the sector faces constant returns to scale.
- Can we infer that model 1 is better than model 2 as it has a higher  $R^2$ ? Why?
- Test at 1% level of significance if model 2 suffers from first order autocorrelation. Which test will you use to check if this model suffers from second order autocorrelation? (3×5=15)

1990-2022 के लिए सीमेंट क्षेत्र के वार्षिक आंकड़ों से पीआरएफ  $\ln Y = \beta_1 + \beta_2 \ln K +$

$\beta_3 \ln L + \beta_4 t + \varepsilon_t$  के लिए निम्नलिखित प्रतिगमन परिणाम प्राप्त हुए :

**Model 1 :**  $\ln Y = 2.81 + 0.53 \ln K + 0.61 \ln L + 0.047 t$   
 se (1.38) (0.44) (0.14) (0.006)



students are 25. Researcher A decides to regress M on P and R and fits the following regression :

$$\text{Regression A: } M = 45.6 + 0.15 P + 0.21 R$$

$$Se = (2.8) \quad (0.03) \quad (0.14)$$

Researcher B decides to regress M on H and P, with regression output.

$$\text{Regression B: } M = 45.6 + 0.21 H - 0.06 P.$$

$$Se = (3.4) \quad (0.07) \quad (0.04)$$

(i) Give an interpretation of the coefficients of regression A.

(ii) Perform t tests of the significance of the coefficients of P and R in regression A.

(iii) The researcher says that the insignificant coefficient of R is to be expected because the students, on average, spent much less time on revision than on primary study. Explain whether this assertion is correct.

(iv) Calculate elasticities of examination marks with respect to hours of primary study for both the regressions.

(v) Do you think there is a problem with both the regressions? Why/why not? (3×5=15)

दो शोधकर्ता एक निश्चित पाठ्यक्रम पर छात्रों द्वारा अर्जित परीक्षा के अंकों पर अध्ययन करने में लगने वाले समय के प्रभावों की जांच कर रहे हैं। 100 छात्रों के एक नमूने के लिए, उनके पास परीक्षा चिह्न, एम, अध्ययन में बिताए कुल घंटे, एच, प्राथमिक अध्ययन पर घंटे, पी, और संशोधन पर बिताए घंटे, आर हैं। परिभाषा के अनुसार,  $H = P + R$ । H, P, और R का नमूना मतलब क्रमशः 100 घंटे, 95 घंटे और 5 घंटे हैं और H, P, और R के वितरण के मानक विचलन क्रमशः 10.1, 10.1 और 2.1 हैं। छात्रों द्वारा अर्जित औसत परीक्षा अंक 25 हैं।

शोधकर्ता A ने पी और आर पर एम को प्रतिगमन का फैसला किया और निम्नलिखित प्रतिगमन को फिट किया :

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

**Regression A:**  $M = 45.6 + 0.15 P + 0.21 R$

$$Se = (2.8) \quad (0.03) \quad (0.14)$$

शोधकर्ता B ने प्रतिगमन आउटपुट के साथ एच और पी पर एम को प्रतिगमन का फैसला किया।

**Regression B:**  $M = 45.6 + 0.21 H - 0.06 P$

$$Se = (3.4) \quad (0.07) \quad (0.04)$$

- (i) समझरण A के गुणांकों की व्याख्या कीजिए।
- (ii) प्रतिगमन A में P और R के गुणांकों के महत्व का t परीक्षण कीजिए।
- (iii) शोधकर्ता का कहना है कि आर के नगण्य गुणांक की उम्मीद की जानी चाहिए क्योंकि छात्रों ने प्राथमिक अध्ययन की तुलना में संशोधन पर औसतन बहुत कम समय बिताया। बताएं कि क्या यह दावा सही है।
- (iv) दोनों प्रतिगमन के लिए प्राथमिक अध्ययन के घटों के संबंध में परीक्षा के अंकों की लोच की गणना कीजिए।
- (v) क्या आपको लगता है कि दोनों प्रतिगमन में कोई समस्या है? क्यों, क्यों नहीं?

#### 4. **Dependent Variable-** Y: Life Expectancy

##### **Explanatory Variables-**

$X_2$ : Number of Under Five Deaths,

$X_3$ : Polio Immunization Coverage,

$X_4$ : Per capita Govt. Expenditure on Health Care,

$X_5$ : Per Capita GNI (in Rs.),

$X_6$ : Dummy for Democracy = 1 if the country is a democracy and 0 otherwise

No. of observations:  $n = 180$  countries for the year 2017

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



$$\text{MODEL 1: } Y_i = -23.659 + .982X_2 - 0.657X_3 + .000472X_4 + .00033X_5 + 782X_6$$

$$\text{MODEL 2: } Y_i = -99.02 + .445X_4$$

$$\text{Se } (42.33) \quad (0.127)$$

- (i) How will you test the hypothesis that the impact of an additional Rupee of Per capita Govt. Expenditure on Health Care is same as the impact of an additional Rupee of Per Capita GNI on Life expectancy in MODEL 1?
- (ii) Show that for MODEL 2 the coefficient of  $X_4$  is an unbiased estimator of the true impact of  $X_4$  on  $Y$ .
- (iii) What are the consequences on the quality of OLS estimates if being a Democracy or not is an irrelevant variable?
- (iv) Which of the parts (i) and (ii) above will you not be able to answer if it was known that the errors are not normally distributed for both MODEL 1 and MODEL 2?
- (v) How will you construct a 95% confidence interval for the mean predicted life expectancy? What determines the width of this interval?  $(3 \times 5 = 15)$

आश्रित चर-  $Y$ : जीवन प्रत्याशा

विवरणात्मक परिवर्ती-

$X_2$ : पांच से कम उम्र की मौतों की संख्या,

$X_3$ : पोलियो प्रतिरक्षण कवरेज,

$X_4$ : प्रति व्यक्ति सरकार। स्वास्थ्य देखभाल पर व्यय,

$X_5$ : प्रति व्यक्ति जीएनआई (रुपये में),

$X_6$ : डमी फॉर डेमोक्रेसी = 1 अगर देश में लोकतंत्र है और 0 अन्यथा

टिप्पणियों की संख्या: वर्ष 2017 के लिए

$n = 180$  देश

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

$$\text{नमूना 1: } Y_i = -23.659 + .982X_2 - 0.657X_3 + .000472X_4 + .00033X_5 + 782X_6$$

$$\text{नमूना 2: } Y_i = -99.02 + .445X_4$$

$$\text{Se } (42.33) \quad (0.127)$$

- (i) आप इस परिकल्पना का परीक्षण कैसे करेंगे कि प्रति व्यक्ति सरकार के एक अतिरिक्त रुपये का प्रभाव स्वास्थ्य देखभाल पर व्यय मॉडल 1 में जीवन प्रत्याशा पर प्रति व्यक्ति GNI के अतिरिक्त रुपये के प्रभाव के समान है?
- (ii) दिखाएं कि मॉडल 2 के लिए  $X_4$  का गुणांक  $Y$  पर  $X_4$  के वास्तविक प्रभाव का एक निष्पक्ष अनुमानक है।
- (iii) लोकतंत्र होना या न होना एक अप्रासंगिक चर है तब ओएलएस अनुमानों की गुणवत्ता पर क्या परिणाम होते हैं?
- (iv) ऊपर दिए गए (i) और (ii) में से कौन सा भाग आप उत्तर देने में सक्षम नहीं होंगे यदि यह ज्ञात था कि त्रुटियाँ सामान्य रूप से मॉडल 1 और मॉडल 2 दोनों के लिए वितरित नहीं की जाती हैं?
- (v) आप जीवन प्रत्याशा के अनुमानित माध्य के लिए 95% विश्वास्यता अंतराल की रचना कैसे करेंगे? इस अंतराल की चौड़ाई क्या निर्धारित करती है?

5. The following model was estimated for United States from 1998 to 2021:

$$\begin{aligned} \hat{Y}_t &= 10.078 - 10.337D_t - 17.549\left(\frac{1}{X_t}\right) + 38.173D_t\left(\frac{1}{X_t}\right) \\ \text{se} &= (1.4204) \quad (1.6859) \quad (8.3373) \quad (9.399) \\ R^2 &= 0.8787 \quad d=0.64 \end{aligned}$$

where  $Y$  = year-to-year percentage change in the index of hourly earnings

$X$  = percent unemployment rate

$D = 1$  for 1998-2005

$= 0$  if otherwise



- (i) What are the estimated equations of the Phillips curve for two periods 1998-2005 & 2006-2021?
- (ii) Are differential intercept and slope coefficients individually statistically significant?
- (iii) Suppose the error component of the model is distributed as an AR(1) scheme. How would you test for the presence of serial correlation in the model?
- (iv) One of the researchers thinks that the following model would be appropriate for the relation between Y and X.

$$\hat{Y}_t = \beta_1 + \beta_2 D_t + \beta_3 \left( \frac{1}{X_t} \right) + \beta_4 D_t \left( \frac{1}{X_t} \right) + \beta_5 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

How can a test for the presence of serial correlation be performed for this model?

- (v) If the regression function is given as

$$\hat{Y}_t = \beta_1 + \beta_2 \left( \frac{1}{X_t} \right) + \varepsilon_t$$

and tests have concluded that  $\varepsilon_t$  suffers from AR(1). How would you use Generalized Least Squares (GLS) to correct for the problem of autocorrelation? (3×5=15)

1998 से 2021 तक संयुक्त राज्य अमेरिका के लिए निम्नलिखित मॉडल का अनुमान लगाया गया था :

$$\hat{Y}_t = 10.078 - 10.337 D_t - 17.549 \left( \frac{1}{X_t} \right) + 38.173 D_t \left( \frac{1}{X_t} \right)$$

$$se = (1.4204) \quad (1.6859) \quad (8.3373) \quad (9.399)$$

$$R^2 = 0.8787 \quad d = 0.64$$

जहाँ Y = प्रति घंटा आय के सूचकांक में वर्ष-दर-वर्ष प्रतिशत परिवर्तन  
एक्स = प्रतिशत बेरोजगारी दर

1998-2005 के लिए डी = 1

= 0 यदि अन्यथा

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (i) 1998-2005 और 2006-2021 की दो अवधियों के लिए फिलिप्स वक्र के अनुमानित समीकरण क्या हैं?
- (ii) क्या अंतर अवरोधन और इतान गुणांक व्यक्तिगत रूप से सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हैं?
- (iii) मान लीजिए कि मॉडल के त्रुटि घटक को AR(1) योजना के रूप में वितरित किया गया है। आप मॉडल में क्रमिक सहसंबंध की उपस्थिति का परीक्षण कैसे करेंगे?
- (iv) एक शोधकर्ता सोचता है कि निम्नलिखित मॉडल Y और X के बीच संबंध के लिए उपयुक्त होगा

$$\hat{Y}_t = \beta_1 + \beta_2 D_t + \beta_3 \left( \frac{1}{X_t} \right) + \beta_4 D_t \left( \frac{1}{X_t} \right) + \beta_5 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

इस मॉडल के लिए सीरियल सहसंबंध की उपस्थिति के लिए परीक्षण कैसे किया जा सकता है।

- (v) यदि समाश्रयण फलन इस रूप में दिया गया हो

$$\hat{Y}_t = \beta_1 + \beta_2 \left( \frac{1}{X_t} \right) + \varepsilon_t$$

और परीक्षणों ने निष्कर्ष निकाला है कि  $\varepsilon_t$  AR(1) से पीड़ित है। स्वतःसहसंबंध की समस्या को ठीक करने के लिए आप सामान्यीकृत न्यूनतम वर्ग (GLS) का उपयोग कैसे करेंगे?

6. The wage rate per month (in \$) for 50 employees (25 males and 25 females) was regressed on education (in years), experience (in years), Age (in years) and a dummy variable which takes value 1 for males and 0 otherwise.

$$\text{WAGE} = 648 + 132 \cdot \text{EDUC} + 38.0 \cdot \text{EXPER} - 5.83 \cdot \text{AGE} + 488 \cdot \text{DUMMY\_MALE} + e_i$$

(383)      (31.7)                  (13.0)      (7.69)                  (147)                   $R^2 = 0.457$

(standard errors in parentheses)

- (i) Test for equality of variances of male and female wages if the sample variance of wages for males is 23,589 \$<sup>2</sup> and females is 19,382 \$<sup>2</sup>.
- (ii) Do wages of male and female employees differ statistically?



- (iii) Describe the specification that can be used to model that impact of education on wages is sensitive to gender? How will you test the statistical significance of this sensitivity?
- (iv) Describe a specification that can be used to model a conjecture that increase in age from 25 to 26 years will have more impact on wages than if the age increased from 50 to 51. How will you test this conjecture?
- (v) How will the estimates of the regression coefficients change if another researcher using the same data takes a dummy for females DUMMY\_FEM which is 1 for females and 0 otherwise?  $(3 \times 5 = 15)$

50 कर्मचारियों (25 पुरुषों और 25 महिलाओं) के लिए प्रति माह मजदूरी दर (डॉलर में) शिक्षा (वर्षों में), अनुभव (वर्षों में), आयु (वर्षों में) और एक डमी चर जो पुरुषों के लिए मान 1 लेता है और 0 अन्यथा।

$$\text{WAGE} = 648 + 132 \cdot \text{EDUC} + 38.0 \cdot \text{EXPER} - 5.83 \cdot \text{AGE} + 488 \cdot \text{DUMMY\_MALE} + e_i$$

(383)      (31.7)      (13.0)      (7.69)      (147)       $R^2 = 0.457$

(कोष्टक में मानक त्रुटियाँ)

- (i) पुरुषों और महिलाओं के वेतन के अंतर की समानता के लिए परीक्षण कीजिए यदि पुरुषों के लिए मजदूरी का नमूना अंतर 23,589 \$<sup>2</sup> और महिलाओं के लिए 19,382 \$<sup>2</sup> है।
- (ii) क्या पुरुष और महिला कर्मचारियों के वेतन सांख्यिकीय रूप से भिन्न हैं?
- (iii) उस विनिर्देश का वर्णन कीजिए जिसका उपयोग मॉडल के लिए किया जा सकता है कि वेतन पर शिक्षा का प्रभाव लिंग के प्रति संवेदनशील है? आप इस संवेदनशीलता के सांख्यिकीय महत्व का परीक्षण कैसे करेंगे?
- (iv) एक विनिर्देश का वर्णन करें जिसका उपयोग अनुमान लगाने के लिए किया जा सकता है कि 25 से 26 वर्ष की आयु में वृद्धि का मजदूरी पर अधिक प्रभाव पड़ेगा यदि आयु 50 से 51 तक बढ़ जाती है। आप इस अनुमान का परीक्षण कैसे करेंगे?
- (v) यदि समान डेटा का उपयोग करने वाला एक अन्य शोधकर्ता महिलाओं के लिए एक डमी लेता है, जो महिलाओं के लिए DUMMY\_FEM है, जो महिलाओं के लिए 1 है और अन्यथा 0 है, तो प्रतिगमन गुणांक के अनुमान कैसे बदलेंगे?

7. Two individuals fit earnings functions relating EARNINGS (Salary earned per year) to S (number of years of school education). The first individual does it correctly and obtains the result :

$$\text{Earning } s_i = -13.93 + 2.46S_i + \varepsilon_i$$

The second individual makes a mistake and regresses S on EARNINGS, obtaining the following result :

$$S_i = 12.29 + 0.070\text{EARNINGS}_i + w_i$$

p-value    (.025)    (.028)

- (i) From this result the second individual derives

$$\text{EARNING } S_i = -175.57 + 14.29 S_i + \varepsilon_i$$

Explain why this equation is different from that fitted by the first individuals.

- (ii) Prove that the  $r^2$  obtained from these two regressions will be the same.

- (iii) Find the value of  $r^2$ .

- (iv) An expert suggests to the first individual that by excluding experience (EX) from her regression, she will not obtain unbiased estimator of the coefficient of S. Explain with proof that the expert is correct.

- (v) An expert recommends that the researchers should test for heteroscedasticity using the White's General test for a model with Earnings as the dependent variable and both S (number of years of school education) and EX (number of years of experience) as regressors. List the steps involved in conducting this test. The first individual found the p value of the White's General test to be 0.003. She also found using Park's test that the p value of the coefficient of  $\ln S_i$  was 0.00042. How can she use this information to run a Weighted Least Square model?

(3×5=15)



आय (प्रति वर्ष अर्जित वेतन) से  $S$  (स्कूली शिक्षा के वर्षों की संख्या) से संबंधित आय कार्यों में दो व्यक्ति फिट होते हैं। पहला व्यक्ति इसे सही ढंग से करता है और परिणाम प्राप्त करता है :

$$\text{Earning } S_i = -13.93 + 2.46S_i + \varepsilon_i$$

दूसरा व्यक्ति एक गलती करता है और कमाई पर 5 को पीछे कर देता है, जिसके परिणामस्वरूप निम्नलिखित परिणाम प्राप्त होते हैं :

$$S_i = 12.29 + 0.070\text{EARNINGS}_i + w_i$$

p-value (.025) (.028)

(i) इस परिणाम से दूसरा व्यक्ति व्युत्पन्न करता है

$$\text{EARNING } S_i = -175.57 + 14.29 S_i + \varepsilon_i$$

व्याख्या कीजिए कि यह समीकरण पहले व्यक्ति द्वारा लगाए गए समीकरण से भिन्न क्यों है?

(ii) सिद्ध कीजिए कि इन दोनों प्रतिगमन से प्राप्त  $r^2$  समान होंगे।

(iii)  $r^2$  का मान ज्ञात कीजिए।

(iv) एक विशेषज्ञ पहले व्यक्ति को सुझाव देता है कि अपने प्रतिगमन से अनुभव (EX) को छोड़कर, वह  $S$  के गुणांक का निष्पक्ष अनुमानक प्राप्त नहीं करेगा। सबूत के साथ समझाएं कि विशेषज्ञ सही है।

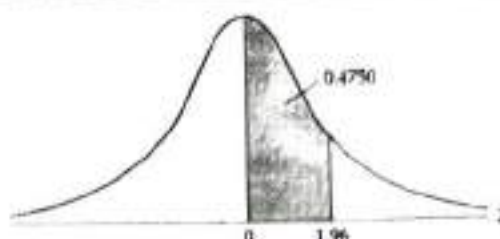
(v) एक विशेषज्ञ की सिफारिश है कि शोधकर्ताओं को एक मॉडल के लिए व्हाइट के सामान्य परीक्षण का उपयोग करते हुए विषमलैंगिकता के लिए परीक्षण करना चाहिए, जिसमें आश्रित चर के रूप में आय और दोनों  $S$  (स्कूली शिक्षा के वर्षों की संख्या) और EX (अनुभव के वर्षों की संख्या) प्रतिगामी के रूप में हों। इस परीक्षण को करने में शामिल चरणों की सूची बनाएं। पहले व्यक्ति ने व्हाइट के सामान्य परीक्षण का  $p$  मान 0.003 पाया। उसने पार्क के परीक्षण का उपयोग करते हुए यह भी पाया कि  $\ln S_i$  के गुणांक का  $p$  मान 0.00042 था। वेटेड लीस्ट स्क्वायर (WLS) मॉडल को चलाने के लिए वह इस जानकारी का उपयोग कैसे कर सकती है?

TABLE E-1a AREAS UNDER THE STANDARDIZED NORMAL DISTRIBUTION

Example

$$\Pr(0 \leq Z \leq 1.96) = 0.4750$$

$$\Pr(Z \geq 1.96) = 0.5 - 0.4750 = 0.025$$



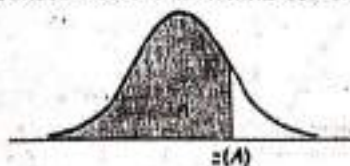
| Z   | .00   | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .0000 | .0040 | .0080 | .0120 | .0160 | .0199 | .0239 | .0279 | .0319 | .0359 |
| 0.1 | .0398 | .0438 | .0478 | .0517 | .0557 | .0596 | .0636 | .0675 | .0714 | .0753 |
| 0.2 | .0793 | .0832 | .0871 | .0910 | .0948 | .0987 | .1026 | .1064 | .1103 | .1141 |
| 0.3 | .1179 | .1217 | .1255 | .1293 | .1331 | .1368 | .1406 | .1443 | .1480 | .1517 |
| 0.4 | .1554 | .1591 | .1628 | .1664 | .1700 | .1736 | .1772 | .1808 | .1844 | .1879 |
| 0.5 | .1915 | .1950 | .1985 | .2019 | .2054 | .2088 | .2123 | .2157 | .2190 | .2224 |
| 0.6 | .2257 | .2291 | .2324 | .2357 | .2389 | .2422 | .2454 | .2486 | .2517 | .2549 |
| 0.7 | .2580 | .2611 | .2642 | .2673 | .2704 | .2734 | .2764 | .2794 | .2823 | .2852 |
| 0.8 | .2881 | .2910 | .2939 | .2967 | .2995 | .3023 | .3051 | .3078 | .3106 | .3133 |
| 0.9 | .3159 | .3186 | .3212 | .3238 | .3264 | .3289 | .3315 | .3340 | .3365 | .3389 |
| 1.0 | .3413 | .3438 | .3461 | .3485 | .3508 | .3531 | .3554 | .3577 | .3599 | .3621 |
| 1.1 | .3643 | .3665 | .3686 | .3708 | .3729 | .3749 | .3770 | .3790 | .3810 | .3830 |
| 1.2 | .3849 | .3869 | .3888 | .3907 | .3925 | .3944 | .3962 | .3980 | .3997 | .4015 |
| 1.3 | .4032 | .4049 | .4066 | .4082 | .4099 | .4115 | .4131 | .4147 | .4162 | .4177 |
| 1.4 | .4192 | .4207 | .4222 | .4236 | .4251 | .4265 | .4279 | .4292 | .4306 | .4319 |
| 1.5 | .4332 | .4345 | .4357 | .4370 | .4382 | .4394 | .4406 | .4418 | .4429 | .4441 |
| 1.6 | .4452 | .4463 | .4474 | .4484 | .4495 | .4505 | .4515 | .4525 | .4535 | .4545 |
| 1.7 | .4454 | .4564 | .4573 | .4582 | .4591 | .4599 | .4608 | .4616 | .4625 | .4633 |
| 1.8 | .4641 | .4649 | .4656 | .4664 | .4671 | .4678 | .4686 | .4693 | .4699 | .4706 |
| 1.9 | .4713 | .4719 | .4726 | .4732 | .4738 | .4744 | .4750 | .4756 | .4761 | .4767 |
| 2.0 | .4772 | .4778 | .4783 | .4788 | .4793 | .4798 | .4803 | .4808 | .4812 | .4817 |
| 2.1 | .4821 | .4826 | .4830 | .4834 | .4838 | .4842 | .4846 | .4850 | .4854 | .4857 |
| 2.2 | .4861 | .4864 | .4868 | .4871 | .4875 | .4878 | .4881 | .4884 | .4887 | .4890 |
| 2.3 | .4893 | .4896 | .4898 | .4901 | .4904 | .4906 | .4909 | .4911 | .4913 | .4916 |
| 2.4 | .4918 | .4920 | .4922 | .4925 | .4927 | .4929 | .4931 | .4932 | .4934 | .4936 |
| 2.5 | .4938 | .4940 | .4941 | .4943 | .4945 | .4946 | .4948 | .4949 | .4951 | .4952 |
| 2.6 | .4953 | .4955 | .4956 | .4957 | .4959 | .4960 | .4961 | .4962 | .4963 | .4964 |
| 2.7 | .4965 | .4966 | .4967 | .4968 | .4969 | .4970 | .4971 | .4972 | .4973 | .4974 |
| 2.8 | .4974 | .4975 | .4976 | .4977 | .4977 | .4978 | .4979 | .4979 | .4980 | .4981 |
| 2.9 | .4981 | .4982 | .4982 | .4983 | .4984 | .4984 | .4985 | .4985 | .4986 | .4986 |
| 3.0 | .4987 | .4987 | .4987 | .4988 | .4988 | .4989 | .4989 | .4989 | .4990 | .4990 |

Note: This table gives the area in the right-hand tail of the distribution (i.e.,  $Z \geq 0$ ). But since the normal distribution is symmetrical about  $Z = 0$ , the area in the left-hand tail is the same as the area in the corresponding right-hand tail. For example,  $\Pr(-1.96 \leq Z \leq 0) = 0.4750$ . Therefore,  $\Pr(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 2(0.4750) = 0.95$ .



## 518 APPENDICES

TABLE E-1b CUMULATIVE PROBABILITIES OF THE STANDARD NORMAL DISTRIBUTION

Entry is area A under the standard normal curve from  $-\infty$  to  $Z(A)$ 

| $z$ | .00   | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| .0  | .5000 | .5040 | .5080 | .5120 | .5160 | .5199 | .5239 | .5279 | .5319 | .5359 |
| .1  | .5398 | .5438 | .5478 | .5517 | .5557 | .5596 | .5636 | .5675 | .5714 | .5753 |
| .2  | .5793 | .5832 | .5871 | .5910 | .5948 | .5987 | .6028 | .6064 | .6103 | .6141 |
| .3  | .6179 | .6217 | .6255 | .6293 | .6331 | .6368 | .6406 | .6443 | .6480 | .6517 |
| .4  | .6554 | .6591 | .6628 | .6664 | .6700 | .6736 | .6772 | .6808 | .6844 | .6879 |
| .5  | .6915 | .6950 | .6985 | .7019 | .7054 | .7088 | .7123 | .7157 | .7190 | .7224 |
| .6  | .7257 | .7291 | .7324 | .7357 | .7389 | .7422 | .7454 | .7486 | .7517 | .7549 |
| .7  | .7580 | .7611 | .7642 | .7673 | .7704 | .7734 | .7764 | .7794 | .7823 | .7852 |
| .8  | .7881 | .7910 | .7939 | .7967 | .7995 | .8023 | .8051 | .8078 | .8106 | .8133 |
| .9  | .8159 | .8186 | .8212 | .8238 | .8264 | .8289 | .8315 | .8340 | .8365 | .8389 |
| 1.0 | .8413 | .8438 | .8461 | .8485 | .8508 | .8531 | .8554 | .8577 | .8599 | .8621 |
| 1.1 | .8643 | .8665 | .8686 | .8708 | .8729 | .8749 | .8770 | .8790 | .8810 | .8830 |
| 1.2 | .8849 | .8869 | .8888 | .8907 | .8925 | .8944 | .8962 | .8980 | .8997 | .9015 |
| 1.3 | .9032 | .9049 | .9066 | .9082 | .9099 | .9115 | .9131 | .9147 | .9162 | .9177 |
| 1.4 | .9192 | .9207 | .9222 | .9236 | .9251 | .9265 | .9279 | .9292 | .9306 | .9319 |
| 1.5 | .9332 | .9345 | .9357 | .9370 | .9382 | .9394 | .9406 | .9418 | .9429 | .9441 |
| 1.6 | .9452 | .9463 | .9474 | .9484 | .9495 | .9505 | .9515 | .9525 | .9535 | .9545 |
| 1.7 | .9554 | .9564 | .9573 | .9582 | .9591 | .9599 | .9608 | .9616 | .9625 | .9633 |
| 1.8 | .9641 | .9649 | .9656 | .9664 | .9671 | .9678 | .9686 | .9693 | .9699 | .9706 |
| 1.9 | .9713 | .9719 | .9726 | .9732 | .9738 | .9744 | .9750 | .9756 | .9761 | .9767 |
| 2.0 | .9772 | .9778 | .9783 | .9788 | .9793 | .9798 | .9803 | .9808 | .9812 | .9817 |
| 2.1 | .9821 | .9826 | .9830 | .9834 | .9838 | .9842 | .9846 | .9850 | .9854 | .9857 |
| 2.2 | .9861 | .9864 | .9868 | .9871 | .9875 | .9878 | .9881 | .9884 | .9887 | .9890 |
| 2.3 | .9893 | .9896 | .9898 | .9901 | .9904 | .9906 | .9909 | .9911 | .9913 | .9916 |
| 2.4 | .9918 | .9920 | .9922 | .9925 | .9927 | .9929 | .9931 | .9932 | .9934 | .9936 |
| 2.5 | .9938 | .9940 | .9941 | .9943 | .9945 | .9946 | .9948 | .9949 | .9951 | .9952 |
| 2.6 | .9953 | .9955 | .9956 | .9957 | .9959 | .9960 | .9961 | .9962 | .9963 | .9964 |
| 2.7 | .9965 | .9966 | .9967 | .9968 | .9969 | .9970 | .9971 | .9972 | .9973 | .9974 |
| 2.8 | .9974 | .9975 | .9976 | .9977 | .9977 | .9978 | .9979 | .9979 | .9980 | .9981 |
| 2.9 | .9981 | .9982 | .9982 | .9983 | .9984 | .9984 | .9985 | .9985 | .9986 | .9986 |
| 3.0 | .9987 | .9987 | .9987 | .9988 | .9988 | .9989 | .9989 | .9989 | .9990 | .9990 |
| 3.1 | .9990 | .9991 | .9991 | .9991 | .9992 | .9992 | .9992 | .9992 | .9993 | .9993 |
| 3.2 | .9993 | .9993 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9994 | .9995 | .9995 | .9995 |
| 3.3 | .9995 | .9995 | .9995 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9996 | .9997 |
| 3.4 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9997 | .9998 |

## Selected Percentiles

| Cumulative probability A: | .90   | .95   | .975  | .98   | .99   | .995  | .999  |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $Z(A)$ :                  | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.054 | 2.326 | 2.576 | 3.090 |



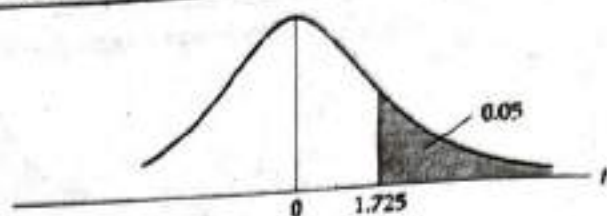
TABLE E-2 PERCENTAGE POINTS OF THE *t* DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(t > 2.086) = 0.025$$

$$\Pr(t > 1.725) = 0.05 \quad \text{for d.f.} = 20$$

$$\Pr(|t| > 1.725) = 0.10$$



| Pr<br>d.f. | 0.25<br>0.50 | 0.10<br>0.20 | 0.05<br>0.10 | 0.025<br>0.05 | 0.01<br>0.02 | 0.005<br>0.010 | 0.001<br>0.002 |
|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 1          | 1.000        | 3.078        | 6.314        | 12.706        | 31.821       | 63.657         | 318.31         |
| 2          | 0.816        | 1.886        | 2.920        | 4.303         | 6.965        | 9.925          | 22.327         |
| 3          | 0.765        | 1.638        | 2.353        | 3.182         | 4.541        | 5.841          | 10.214         |
| 4          | 0.741        | 1.533        | 2.132        | 2.776         | 3.747        | 4.604          | 7.173          |
| 5          | 0.727        | 1.476        | 2.015        | 2.571         | 3.365        | 4.032          | 5.893          |
| 6          | 0.718        | 1.440        | 1.943        | 2.447         | 3.143        | 3.707          | 5.208          |
| 7          | 0.711        | 1.415        | 1.895        | 2.365         | 2.998        | 3.499          | 4.785          |
| 8          | 0.706        | 1.397        | 1.860        | 2.306         | 2.896        | 3.355          | 4.501          |
| 9          | 0.703        | 1.383        | 1.833        | 2.262         | 2.821        | 3.250          | 4.297          |
| 10         | 0.700        | 1.372        | 1.812        | 2.228         | 2.764        | 3.169          | 4.144          |
| 11         | 0.697        | 1.363        | 1.796        | 2.201         | 2.718        | 3.106          | 4.025          |
| 12         | 0.695        | 1.356        | 1.782        | 2.179         | 2.681        | 3.055          | 3.930          |
| 13         | 0.694        | 1.350        | 1.771        | 2.160         | 2.650        | 3.012          | 3.852          |
| 14         | 0.692        | 1.345        | 1.761        | 2.145         | 2.624        | 2.977          | 3.787          |
| 15         | 0.691        | 1.341        | 1.753        | 2.131         | 2.602        | 2.947          | 3.733          |
| 16         | 0.690        | 1.337        | 1.746        | 2.120         | 2.583        | 2.921          | 3.686          |
| 17         | 0.689        | 1.333        | 1.740        | 2.110         | 2.567        | 2.898          | 3.646          |
| 18         | 0.688        | 1.330        | 1.734        | 2.101         | 2.552        | 2.878          | 3.610          |
| 19         | 0.688        | 1.328        | 1.729        | 2.093         | 2.539        | 2.861          | 3.579          |
| 20         | 0.687        | 1.325        | 1.725        | 2.086         | 2.528        | 2.845          | 3.552          |
| 21         | 0.686        | 1.323        | 1.721        | 2.080         | 2.518        | 2.831          | 3.527          |
| 22         | 0.686        | 1.321        | 1.717        | 2.074         | 2.508        | 2.819          | 3.505          |
| 23         | 0.685        | 1.319        | 1.714        | 2.069         | 2.500        | 2.807          | 3.485          |
| 24         | 0.685        | 1.318        | 1.711        | 2.064         | 2.492        | 2.797          | 3.467          |
| 25         | 0.684        | 1.316        | 1.708        | 2.060         | 2.485        | 2.787          | 3.450          |
| 26         | 0.684        | 1.315        | 1.706        | 2.056         | 2.479        | 2.779          | 3.435          |
| 27         | 0.684        | 1.314        | 1.703        | 2.052         | 2.473        | 2.771          | 3.421          |
| 28         | 0.683        | 1.313        | 1.701        | 2.048         | 2.467        | 2.763          | 3.408          |
| 29         | 0.683        | 1.311        | 1.699        | 2.045         | 2.462        | 2.756          | 3.396          |
| 30         | 0.683        | 1.310        | 1.697        | 2.042         | 2.457        | 2.750          | 3.385          |
| 40         | 0.681        | 1.303        | 1.684        | 2.021         | 2.423        | 2.704          | 3.307          |
| 60         | 0.679        | 1.296        | 1.671        | 2.000         | 2.390        | 2.660          | 3.232          |
| 120        | 0.677        | 1.289        | 1.658        | 1.980         | 2.358        | 2.617          | 3.160          |
| ∞          | 0.674        | 1.282        | 1.645        | 1.960         | 2.326        | 2.576          | 3.090          |

Note: The smaller probability shown at the head of each column is the area in one tail; the larger probability is the area in both tails.

Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 12, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

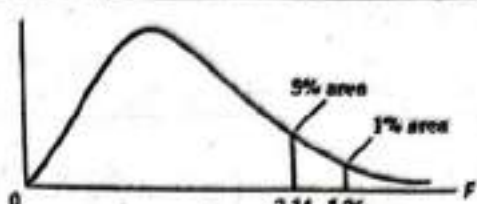
कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



## 520 APPENDICES

TABLE E-3 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION

| Example                    |     |                                                                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $\Pr(F > 1.59) = 0.25$     |     | for d.f. $N_1 = 10$<br>and $N_2 = 9$                                               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| $\Pr(F > 2.42) = 0.10$     |     |                                                                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| $\Pr(F > 3.14) = 0.05$     |     |                                                                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| $\Pr(F > 5.26) = 0.01$     |     |                                                                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                            |     |  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| d.f. for denominator $N_2$ |     | d.f. for numerator $N_1$                                                           |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                            | Pr  | 1                                                                                  | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
| 1                          | .25 | 5.83                                                                               | 7.50   | 8.20   | 8.58   | 8.82   | 8.96   | 9.10   | 9.19   | 9.26   | 9.32   | 9.36   | 9.41   |
|                            | .10 | 39.90                                                                              | 49.50  | 53.60  | 55.80  | 57.20  | 58.20  | 58.90  | 59.40  | 59.90  | 60.20  | 60.50  | 60.70  |
|                            | .05 | 161.00                                                                             | 200.00 | 216.00 | 225.00 | 230.00 | 234.00 | 237.00 | 239.00 | 241.00 | 242.00 | 243.00 | 244.00 |
|                            | .01 | 161.00                                                                             | 200.00 | 216.00 | 225.00 | 230.00 | 234.00 | 237.00 | 239.00 | 241.00 | 242.00 | 243.00 | 244.00 |
| 2                          | .25 | 2.57                                                                               | 3.00   | 3.15   | 3.23   | 3.28   | 3.31   | 3.34   | 3.35   | 3.37   | 3.38   | 3.39   | 3.39   |
|                            | .10 | 8.53                                                                               | 9.00   | 9.16   | 9.24   | 9.29   | 9.33   | 9.35   | 9.37   | 9.38   | 9.39   | 9.40   | 9.41   |
|                            | .05 | 18.50                                                                              | 19.00  | 19.20  | 19.20  | 19.30  | 19.30  | 19.40  | 19.40  | 19.40  | 19.40  | 19.40  | 19.40  |
|                            | .01 | 98.50                                                                              | 99.00  | 99.20  | 99.20  | 99.30  | 99.30  | 99.40  | 99.40  | 99.40  | 99.40  | 99.40  | 99.40  |
| 3                          | .25 | 2.02                                                                               | 2.28   | 2.36   | 2.39   | 2.41   | 2.42   | 2.43   | 2.44   | 2.44   | 2.44   | 2.45   | 2.45   |
|                            | .10 | 5.54                                                                               | 5.46   | 5.39   | 5.34   | 5.31   | 5.28   | 5.27   | 5.25   | 5.24   | 5.23   | 5.22   | 5.22   |
|                            | .05 | 10.10                                                                              | 9.55   | 9.26   | 9.12   | 9.01   | 8.94   | 8.89   | 8.85   | 8.81   | 8.79   | 8.76   | 8.74   |
|                            | .01 | 34.10                                                                              | 30.80  | 29.50  | 28.70  | 28.20  | 27.90  | 27.70  | 27.50  | 27.30  | 27.20  | 27.10  | 27.10  |
| 4                          | .25 | 1.81                                                                               | 2.00   | 2.05   | 2.06   | 2.07   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   |
|                            | .10 | 4.54                                                                               | 4.32   | 4.19   | 4.11   | 4.05   | 4.01   | 3.98   | 3.95   | 3.94   | 3.92   | 3.91   | 3.90   |
|                            | .05 | 7.71                                                                               | 6.94   | 6.59   | 6.39   | 6.26   | 6.16   | 6.09   | 6.04   | 6.00   | 5.96   | 5.94   | 5.91   |
|                            | .01 | 21.20                                                                              | 18.00  | 16.70  | 16.00  | 15.50  | 15.20  | 15.00  | 14.80  | 14.70  | 14.50  | 14.40  | 14.40  |
| 5                          | .25 | 1.69                                                                               | 1.85   | 1.88   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   | 1.89   |
|                            | .10 | 4.06                                                                               | 3.78   | 3.62   | 3.52   | 3.45   | 3.40   | 3.37   | 3.34   | 3.32   | 3.30   | 3.28   | 3.27   |
|                            | .05 | 6.61                                                                               | 5.79   | 5.41   | 5.19   | 5.05   | 4.95   | 4.88   | 4.82   | 4.77   | 4.74   | 4.71   | 4.68   |
|                            | .01 | 16.30                                                                              | 13.30  | 12.10  | 11.40  | 11.00  | 10.70  | 10.50  | 10.30  | 10.20  | 10.10  | 9.96   | 9.89   |
| 6                          | .25 | 1.62                                                                               | 1.76   | 1.78   | 1.79   | 1.79   | 1.78   | 1.78   | 1.78   | 1.77   | 1.77   | 1.77   | 1.77   |
|                            | .10 | 3.78                                                                               | 3.46   | 3.29   | 3.18   | 3.11   | 3.05   | 3.01   | 2.98   | 2.96   | 2.94   | 2.92   | 2.90   |
|                            | .05 | 5.99                                                                               | 5.14   | 4.76   | 4.53   | 4.39   | 4.28   | 4.21   | 4.15   | 4.10   | 4.06   | 4.03   | 4.00   |
|                            | .01 | 13.70                                                                              | 10.90  | 9.78   | 9.15   | 8.75   | 8.47   | 8.28   | 8.10   | 7.98   | 7.87   | 7.79   | 7.72   |
| 7                          | .25 | 1.57                                                                               | 1.70   | 1.72   | 1.72   | 1.71   | 1.71   | 1.70   | 1.70   | 1.69   | 1.69   | 1.69   | 1.68   |
|                            | .10 | 3.59                                                                               | 3.26   | 3.07   | 2.96   | 2.88   | 2.83   | 2.78   | 2.75   | 2.72   | 2.70   | 2.68   | 2.67   |
|                            | .05 | 5.59                                                                               | 4.74   | 4.35   | 4.12   | 3.97   | 3.87   | 3.79   | 3.73   | 3.68   | 3.64   | 3.60   | 3.57   |
|                            | .01 | 12.20                                                                              | 9.55   | 8.45   | 7.85   | 7.46   | 7.19   | 6.99   | 6.84   | 6.72   | 6.62   | 6.54   | 6.47   |
| 8                          | .25 | 1.54                                                                               | 1.66   | 1.67   | 1.66   | 1.66   | 1.65   | 1.64   | 1.64   | 1.63   | 1.63   | 1.63   | 1.62   |
|                            | .10 | 3.46                                                                               | 3.11   | 2.92   | 2.81   | 2.73   | 2.67   | 2.62   | 2.59   | 2.56   | 2.54   | 2.52   | 2.50   |
|                            | .05 | 5.32                                                                               | 4.46   | 4.07   | 3.84   | 3.69   | 3.58   | 3.50   | 3.44   | 3.39   | 3.35   | 3.31   | 3.28   |
|                            | .01 | 11.30                                                                              | 8.65   | 7.59   | 7.01   | 6.63   | 6.37   | 6.18   | 6.03   | 5.91   | 5.81   | 5.73   | 5.67   |
| 9                          | .25 | 1.51                                                                               | 1.62   | 1.63   | 1.63   | 1.62   | 1.61   | 1.60   | 1.60   | 1.59   | 1.59   | 1.58   | 1.58   |
|                            | .10 | 3.36                                                                               | 3.01   | 2.81   | 2.69   | 2.61   | 2.55   | 2.51   | 2.47   | 2.44   | 2.42   | 2.40   | 2.38   |
|                            | .05 | 5.12                                                                               | 4.26   | 3.86   | 3.63   | 3.48   | 3.37   | 3.29   | 3.23   | 3.18   | 3.14   | 3.10   | 3.07   |
|                            | .01 | 10.60                                                                              | 8.02   | 6.99   | 6.42   | 6.06   | 5.80   | 5.61   | 5.47   | 5.35   | 5.26   | 5.18   | 5.11   |

Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 18, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.



| d.f. for numerator $N_1$ |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |          |     | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----|----------------------------|
| 15                       | 20     | 24     | 30     | 40     | 50     | 60     | 100    | 120    | 200    | 500    | $\infty$ | Pr  |                            |
| 9.49                     | 9.58   | 9.63   | 9.67   | 9.71   | 9.74   | 9.76   | 9.78   | 9.80   | 9.82   | 9.84   | 9.85     | .25 | 1                          |
| 61.20                    | 61.70  | 62.00  | 62.30  | 62.50  | 62.70  | 62.80  | 63.00  | 63.10  | 63.20  | 63.30  | 63.30    | .10 |                            |
| 246.00                   | 248.00 | 249.00 | 250.00 | 251.00 | 252.00 | 252.00 | 253.00 | 253.00 | 254.00 | 254.00 | 254.00   | .05 |                            |
| 3.41                     | 3.43   | 3.43   | 3.44   | 3.45   | 3.45   | 3.46   | 3.47   | 3.47   | 3.48   | 3.48   | 3.48     | .25 | 2                          |
| 9.42                     | 9.44   | 9.45   | 9.46   | 9.47   | 9.47   | 9.47   | 9.48   | 9.48   | 9.49   | 9.49   | 9.49     | .10 |                            |
| 19.40                    | 19.40  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50    | .05 |                            |
| 99.40                    | 99.40  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50    | .01 | 3                          |
| 2.46                     | 2.46   | 2.46   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47     | .25 |                            |
| 5.20                     | 5.18   | 5.18   | 5.17   | 5.16   | 5.15   | 5.15   | 5.14   | 5.14   | 5.14   | 5.14   | 5.13     | .10 |                            |
| 8.70                     | 8.66   | 8.64   | 8.62   | 8.59   | 8.58   | 8.57   | 8.55   | 8.55   | 8.54   | 8.53   | 8.53     | .05 | 4                          |
| 26.90                    | 26.70  | 26.60  | 26.50  | 26.40  | 26.40  | 26.30  | 26.20  | 26.20  | 26.20  | 26.10  | 26.10    | .01 |                            |
| 2.08                     | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08     | .25 |                            |
| 3.67                     | 3.64   | 3.63   | 3.62   | 3.60   | 3.60   | 3.79   | 3.78   | 3.78   | 3.77   | 3.76   | 3.76     | .10 | 5                          |
| 5.86                     | 5.80   | 5.77   | 5.75   | 5.72   | 5.70   | 5.69   | 5.66   | 5.66   | 5.65   | 5.64   | 5.63     | .05 |                            |
| 14.20                    | 14.00  | 13.90  | 13.80  | 13.70  | 13.70  | 13.70  | 13.60  | 13.60  | 13.50  | 13.50  | 13.50    | .01 |                            |
| 1.69                     | 1.69   | 1.68   | 1.68   | 1.68   | 1.68   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87     | .25 | 6                          |
| 3.24                     | 3.21   | 3.19   | 3.17   | 3.16   | 3.15   | 3.14   | 3.13   | 3.12   | 3.12   | 3.11   | 3.10     | .10 |                            |
| 4.62                     | 4.56   | 4.53   | 4.50   | 4.46   | 4.44   | 4.43   | 4.41   | 4.40   | 4.39   | 4.37   | 4.36     | .05 |                            |
| 9.72                     | 9.55   | 9.47   | 9.38   | 9.29   | 9.24   | 9.20   | 9.13   | 9.11   | 9.08   | 9.04   | 9.02     | .01 | 7                          |
| 1.76                     | 1.76   | 1.75   | 1.75   | 1.75   | 1.75   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74     | .25 |                            |
| 2.87                     | 2.84   | 2.82   | 2.80   | 2.78   | 2.77   | 2.76   | 2.75   | 2.74   | 2.73   | 2.73   | 2.72     | .10 |                            |
| 3.94                     | 3.87   | 3.84   | 3.81   | 3.77   | 3.75   | 3.74   | 3.71   | 3.70   | 3.69   | 3.68   | 3.67     | .05 | 8                          |
| 7.56                     | 7.40   | 7.31   | 7.23   | 7.14   | 7.09   | 7.06   | 6.99   | 6.97   | 6.93   | 6.90   | 6.88     | .01 |                            |
| 1.68                     | 1.67   | 1.67   | 1.66   | 1.66   | 1.66   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65     | .25 |                            |
| 2.63                     | 2.59   | 2.58   | 2.56   | 2.54   | 2.52   | 2.51   | 2.50   | 2.49   | 2.48   | 2.48   | 2.47     | .10 | 9                          |
| 3.51                     | 3.44   | 3.41   | 3.38   | 3.34   | 3.32   | 3.30   | 3.27   | 3.27   | 3.25   | 3.24   | 3.23     | .05 |                            |
| 6.31                     | 6.16   | 6.07   | 5.99   | 5.91   | 5.86   | 5.82   | 5.75   | 5.74   | 5.70   | 5.67   | 5.65     | .01 |                            |
| 1.62                     | 1.61   | 1.60   | 1.60   | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | 1.58     | .25 | 9                          |
| 2.46                     | 2.42   | 2.40   | 2.38   | 2.36   | 2.35   | 2.34   | 2.32   | 2.32   | 2.31   | 2.30   | 2.29     | .10 |                            |
| 3.22                     | 3.15   | 3.12   | 3.08   | 3.04   | 2.02   | 3.01   | 2.97   | 2.97   | 2.95   | 2.94   | 2.93     | .05 |                            |
| 5.52                     | 5.36   | 5.28   | 5.20   | 5.12   | 5.07   | 5.03   | 4.96   | 4.95   | 4.91   | 4.88   | 4.86     | .01 | 9                          |
| 1.57                     | 1.56   | 1.56   | 1.55   | 1.55   | 1.54   | 1.54   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | 1.53     | .25 |                            |
| 2.34                     | 2.30   | 2.28   | 2.25   | 2.23   | 2.22   | 2.21   | 2.19   | 2.18   | 2.17   | 2.17   | 2.16     | .10 |                            |
| 3.01                     | 2.94   | 2.90   | 2.86   | 2.83   | 2.80   | 2.79   | 2.76   | 2.75   | 2.73   | 2.72   | 2.71     | .05 | 9                          |
| 4.96                     | 4.81   | 4.73   | 4.65   | 4.57   | 4.52   | 4.48   | 4.42   | 4.40   | 4.36   | 4.33   | 4.31     | .01 |                            |



## 522 APPENDICES

TABLE E-3 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION (CONTINUED)

| d.f. for<br>denom-<br>inator<br>$N_2$ | d.f. for numerator $N_1$ |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                       | Pr                       | 1     | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 10                                    | .25                      | 1.49  | 1.60 | 1.60 | 1.59 | 1.59 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.56 | 1.55 | 1.55 | 1.54 |
|                                       | .10                      | 3.29  | 2.92 | 2.73 | 2.61 | 2.52 | 2.46 | 2.41 | 2.38 | 2.35 | 2.32 | 2.30 | 2.28 |
|                                       | .05                      | 4.96  | 4.10 | 3.71 | 3.48 | 3.33 | 3.22 | 3.14 | 3.07 | 3.02 | 2.98 | 2.94 | 2.91 |
|                                       | .01                      | 10.00 | 7.56 | 6.55 | 5.99 | 5.64 | 5.39 | 5.20 | 5.06 | 4.94 | 4.85 | 4.77 | 4.71 |
| 11                                    | .25                      | 1.47  | 1.58 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.53 | 1.52 | 1.52 | 1.51 |
|                                       | .10                      | 3.23  | 2.86 | 2.66 | 2.54 | 2.45 | 2.39 | 2.34 | 2.30 | 2.27 | 2.25 | 2.23 | 2.21 |
|                                       | .05                      | 4.84  | 3.98 | 3.59 | 3.36 | 3.20 | 3.09 | 3.01 | 2.95 | 2.90 | 2.85 | 2.82 | 2.79 |
|                                       | .01                      | 9.65  | 7.21 | 6.22 | 5.67 | 5.32 | 5.07 | 4.89 | 4.74 | 4.63 | 4.54 | 4.46 | 4.40 |
| 12                                    | .25                      | 1.46  | 1.56 | 1.56 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.50 | 1.49 |
|                                       | .10                      | 3.18  | 2.81 | 2.61 | 2.48 | 2.39 | 2.33 | 2.28 | 2.24 | 2.21 | 2.19 | 2.17 | 2.15 |
|                                       | .05                      | 4.75  | 3.89 | 3.49 | 3.26 | 3.11 | 3.00 | 2.91 | 2.85 | 2.80 | 2.75 | 2.72 | 2.69 |
|                                       | .01                      | 9.33  | 6.93 | 5.95 | 5.41 | 5.06 | 4.82 | 4.64 | 4.50 | 4.39 | 4.30 | 4.22 | 4.16 |
| 13                                    | .25                      | 1.45  | 1.55 | 1.55 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.50 | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.47 |
|                                       | .10                      | 3.14  | 2.76 | 2.56 | 2.43 | 2.35 | 2.28 | 2.23 | 2.20 | 2.16 | 2.14 | 2.12 | 2.10 |
|                                       | .05                      | 4.67  | 3.81 | 3.41 | 3.18 | 3.03 | 2.92 | 2.83 | 2.77 | 2.71 | 2.67 | 2.63 | 2.60 |
|                                       | .01                      | 9.07  | 6.70 | 5.74 | 5.21 | 4.86 | 4.62 | 4.44 | 4.30 | 4.19 | 4.10 | 4.02 | 3.96 |
| 14                                    | .25                      | 1.44  | 1.53 | 1.53 | 1.52 | 1.51 | 1.50 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.45 |
|                                       | .10                      | 3.10  | 2.73 | 2.52 | 2.39 | 2.31 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.05 |
|                                       | .05                      | 4.60  | 3.74 | 3.34 | 3.11 | 2.96 | 2.85 | 2.76 | 2.70 | 2.65 | 2.60 | 2.57 | 2.53 |
|                                       | .01                      | 8.86  | 6.51 | 5.56 | 5.04 | 4.69 | 4.45 | 4.28 | 4.14 | 4.03 | 3.94 | 3.86 | 3.80 |
| 15                                    | .25                      | 1.43  | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.44 |
|                                       | .10                      | 3.07  | 2.70 | 2.49 | 2.36 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.12 | 2.09 | 2.06 | 2.04 | 2.02 |
|                                       | .05                      | 4.54  | 3.68 | 3.29 | 3.06 | 2.90 | 2.79 | 2.71 | 2.64 | 2.59 | 2.54 | 2.51 | 2.48 |
|                                       | .01                      | 8.68  | 6.36 | 5.42 | 4.89 | 4.56 | 4.32 | 4.14 | 4.00 | 3.89 | 3.80 | 3.73 | 3.67 |
| 16                                    | .25                      | 1.42  | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.48 | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.44 | 1.43 |
|                                       | .10                      | 3.05  | 2.67 | 2.46 | 2.33 | 2.24 | 2.18 | 2.13 | 2.09 | 2.06 | 2.03 | 2.01 | 1.99 |
|                                       | .05                      | 4.49  | 3.63 | 3.24 | 3.01 | 2.85 | 2.74 | 2.66 | 2.59 | 2.54 | 2.49 | 2.46 | 2.42 |
|                                       | .01                      | 8.53  | 6.23 | 5.29 | 4.77 | 4.44 | 4.20 | 4.03 | 3.89 | 3.78 | 3.69 | 3.62 | 3.55 |
| 17                                    | .25                      | 1.42  | 1.51 | 1.50 | 1.49 | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.43 | 1.42 | 1.41 |
|                                       | .10                      | 3.03  | 2.64 | 2.44 | 2.31 | 2.22 | 2.15 | 2.10 | 2.06 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.96 |
|                                       | .05                      | 4.45  | 3.59 | 3.20 | 2.96 | 2.81 | 2.70 | 2.61 | 2.55 | 2.49 | 2.45 | 2.41 | 2.38 |
|                                       | .01                      | 8.40  | 6.11 | 5.18 | 4.67 | 4.34 | 4.10 | 3.93 | 3.79 | 3.68 | 3.59 | 3.52 | 3.46 |
| 18                                    | .25                      | 1.41  | 1.50 | 1.49 | 1.48 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.40 |
|                                       | .10                      | 3.01  | 2.62 | 2.42 | 2.29 | 2.20 | 2.13 | 2.08 | 2.04 | 2.00 | 1.98 | 1.96 | 1.93 |
|                                       | .05                      | 4.41  | 3.55 | 3.16 | 2.93 | 2.77 | 2.66 | 2.58 | 2.51 | 2.46 | 2.41 | 2.37 | 2.34 |
|                                       | .01                      | 8.29  | 6.01 | 5.09 | 4.58 | 4.25 | 4.01 | 3.84 | 3.71 | 3.60 | 3.51 | 3.43 | 3.37 |
| 19                                    | .25                      | 1.41  | 1.49 | 1.49 | 1.47 | 1.46 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 |
|                                       | .10                      | 2.99  | 2.61 | 2.40 | 2.27 | 2.18 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.98 | 1.96 | 1.94 | 1.91 |
|                                       | .05                      | 4.38  | 3.52 | 3.13 | 2.90 | 2.74 | 2.63 | 2.54 | 2.48 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 |
|                                       | .01                      | 8.18  | 5.93 | 5.01 | 4.50 | 4.17 | 3.94 | 3.77 | 3.63 | 3.52 | 3.43 | 3.36 | 3.30 |
| 20                                    | .25                      | 1.40  | 1.49 | 1.48 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 |
|                                       | .10                      | 2.97  | 2.59 | 2.38 | 2.25 | 2.16 | 2.09 | 2.04 | 2.00 | 1.96 | 1.94 | 1.92 | 1.89 |
|                                       | .05                      | 4.35  | 3.49 | 3.10 | 2.87 | 2.71 | 2.60 | 2.51 | 2.45 | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.28 |
|                                       | .01                      | 8.10  | 5.85 | 4.94 | 4.43 | 4.10 | 3.87 | 3.70 | 3.56 | 3.46 | 3.37 | 3.29 | 3.23 |

| d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |       | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-------|----------------------------|
| 15                       | 20   | 24   | 30   | 40   | 50   | 60   | 100  | 120  | 200  | 500  | $\infty$ | $P_r$ |                            |
| 1.53                     | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.50 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.48     | .25   | 10                         |
| 2.24                     | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.13 | 2.12 | 2.11 | 2.09 | 2.08 | 2.07 | 2.06 | 2.06     | .10   |                            |
| 2.85                     | 2.77 | 2.74 | 2.70 | 2.66 | 2.64 | 2.62 | 2.59 | 2.58 | 2.56 | 2.55 | 2.54     | .05   |                            |
| 4.56                     | 4.41 | 4.33 | 4.25 | 4.17 | 4.12 | 4.08 | 4.01 | 4.00 | 3.96 | 3.93 | 3.91     | .01   |                            |
| 1.50                     | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.47 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.46 | 1.45 | 1.45     | .25   | 11                         |
| 2.17                     | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.05 | 2.04 | 2.03 | 2.00 | 2.00 | 1.99 | 1.98 | 1.97     | .10   |                            |
| 2.72                     | 2.65 | 2.61 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.49 | 2.46 | 2.45 | 2.43 | 2.42 | 2.40     | .05   |                            |
| 4.25                     | 4.10 | 4.02 | 3.94 | 3.86 | 3.81 | 3.78 | 3.71 | 3.69 | 3.66 | 3.62 | 3.60     | .01   |                            |
| 1.48                     | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.42 | 1.42     | .25   | 12                         |
| 2.10                     | 2.06 | 2.04 | 2.01 | 1.99 | 1.97 | 1.96 | 1.94 | 1.93 | 1.92 | 1.91 | 1.90     | .10   |                            |
| 2.62                     | 2.54 | 2.51 | 2.47 | 2.43 | 2.40 | 2.38 | 2.35 | 2.34 | 2.32 | 2.31 | 2.30     | .05   |                            |
| 4.01                     | 3.86 | 3.78 | 3.70 | 3.62 | 3.57 | 3.54 | 3.47 | 3.45 | 3.41 | 3.38 | 3.36     | .01   |                            |
| 1.46                     | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.40     | .25   | 13                         |
| 2.05                     | 2.01 | 1.98 | 1.96 | 1.93 | 1.92 | 1.90 | 1.88 | 1.88 | 1.86 | 1.85 | 1.85     | .10   |                            |
| 2.53                     | 2.46 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.30 | 2.26 | 2.25 | 2.23 | 2.22 | 2.21     | .05   |                            |
| 3.82                     | 3.66 | 3.59 | 3.51 | 3.43 | 3.38 | 3.34 | 3.27 | 3.25 | 3.22 | 3.19 | 3.17     | .01   |                            |
| 1.44                     | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38     | .25   | 14                         |
| 2.01                     | 1.96 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.87 | 1.86 | 1.83 | 1.83 | 1.82 | 1.80 | 1.80     | .10   |                            |
| 2.46                     | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.22 | 2.19 | 2.18 | 2.16 | 2.14 | 2.13     | .05   |                            |
| 3.66                     | 3.51 | 3.43 | 3.35 | 3.27 | 3.22 | 3.18 | 3.11 | 3.09 | 3.06 | 3.03 | 3.00     | .01   |                            |
| 1.43                     | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.36     | .25   | 15                         |
| 1.97                     | 1.92 | 1.90 | 1.87 | 1.85 | 1.83 | 1.82 | 1.79 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.76     | .10   |                            |
| 2.40                     | 2.33 | 2.29 | 2.25 | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.12 | 2.11 | 2.10 | 2.08 | 2.07     | .05   |                            |
| 3.52                     | 3.37 | 3.29 | 3.21 | 3.13 | 3.08 | 3.05 | 2.98 | 2.96 | 2.92 | 2.89 | 2.87     | .01   |                            |
| 1.41                     | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34     | .25   | 16                         |
| 1.94                     | 1.89 | 1.87 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.74 | 1.73 | 1.72     | .10   |                            |
| 2.35                     | 2.28 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.11 | 2.07 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 2.01     | .05   |                            |
| 3.41                     | 3.26 | 3.18 | 3.10 | 3.02 | 2.97 | 2.93 | 2.86 | 2.84 | 2.81 | 2.78 | 2.75     | .01   |                            |
| 1.40                     | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33     | .25   | 17                         |
| 1.91                     | 1.86 | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.73 | 1.72 | 1.71 | 1.69 | 1.69     | .10   |                            |
| 2.31                     | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.10 | 2.08 | 2.06 | 2.02 | 2.01 | 1.99 | 1.97 | 1.96     | .05   |                            |
| 3.31                     | 3.16 | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.87 | 2.83 | 2.76 | 2.75 | 2.71 | 2.68 | 2.65     | .01   |                            |
| 1.39                     | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.32 | 1.32     | .25   | 18                         |
| 1.89                     | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.75 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.69 | 1.68 | 1.67 | 1.66     | .10   |                            |
| 2.27                     | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 1.98 | 1.97 | 1.95 | 1.93 | 1.92     | .05   |                            |
| 3.23                     | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.78 | 2.75 | 2.68 | 2.66 | 2.62 | 2.59 | 2.57     | .01   |                            |
| 1.38                     | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30     | .25   | 19                         |
| 1.86                     | 1.81 | 1.79 | 1.76 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.67 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.63     | .10   |                            |
| 2.23                     | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.94 | 1.93 | 1.91 | 1.89 | 1.88     | .05   |                            |
| 3.15                     | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.76 | 2.71 | 2.67 | 2.60 | 2.58 | 2.55 | 2.51 | 2.49     | .01   |                            |
| 1.37                     | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.29     | .25   | 20                         |
| 1.84                     | 1.79 | 1.77 | 1.74 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.65 | 1.64 | 1.63 | 1.62 | 1.61     | .10   |                            |
| 2.20                     | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 1.99 | 1.97 | 1.95 | 1.91 | 1.90 | 1.88 | 1.86 | 1.84     | .05   |                            |
| 3.09                     | 2.94 | 2.86 | 2.78 | 2.69 | 2.64 | 2.61 | 2.54 | 2.52 | 2.48 | 2.44 | 2.42     | .01   |                            |



## 524 APPENDIXES

TABLE E-3 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE F DISTRIBUTION (CONTINUED)

| d.f. for<br>denom-<br>inator<br>$N_2$ | d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                       | Pr                       | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   |
| 22                                    | .25                      | 1.40 | 1.48 | 1.47 | 1.45 | 1.44 | 1.42 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.37 |
|                                       | .10                      | 2.85 | 2.56 | 2.35 | 2.22 | 2.13 | 2.06 | 2.01 | 1.97 | 1.93 | 1.90 | 1.88 | 1.86 |
|                                       | .05                      | 4.30 | 3.44 | 3.05 | 2.82 | 2.66 | 2.56 | 2.46 | 2.40 | 2.34 | 2.30 | 2.26 | 2.23 |
|                                       | .01                      | 7.95 | 5.72 | 4.82 | 4.31 | 3.99 | 3.76 | 3.59 | 3.45 | 3.35 | 3.26 | 3.18 | 3.12 |
| 24                                    | .25                      | 1.39 | 1.47 | 1.46 | 1.44 | 1.43 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | 1.37 | 1.36 |
|                                       | .10                      | 2.93 | 2.54 | 2.33 | 2.19 | 2.10 | 2.04 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.88 | 1.85 | 1.83 |
|                                       | .05                      | 4.26 | 3.40 | 3.01 | 2.78 | 2.62 | 2.51 | 2.42 | 2.36 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | 2.18 |
|                                       | .01                      | 7.82 | 5.61 | 4.72 | 4.22 | 3.90 | 3.67 | 3.50 | 3.36 | 3.26 | 3.17 | 3.09 | 3.03 |
| 26                                    | .25                      | 1.38 | 1.46 | 1.45 | 1.44 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.35 |
|                                       | .10                      | 2.91 | 2.52 | 2.31 | 2.17 | 2.08 | 2.01 | 1.96 | 1.92 | 1.88 | 1.86 | 1.84 | 1.81 |
|                                       | .05                      | 4.23 | 3.37 | 2.98 | 2.74 | 2.59 | 2.47 | 2.39 | 2.32 | 2.27 | 2.22 | 2.18 | 2.15 |
|                                       | .01                      | 7.72 | 5.53 | 4.64 | 4.14 | 3.82 | 3.59 | 3.42 | 3.29 | 3.18 | 3.09 | 3.02 | 2.96 |
| 28                                    | .25                      | 1.38 | 1.46 | 1.45 | 1.43 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 |
|                                       | .10                      | 2.89 | 2.50 | 2.29 | 2.16 | 2.06 | 2.00 | 1.94 | 1.90 | 1.87 | 1.84 | 1.81 | 1.79 |
|                                       | .05                      | 4.20 | 3.34 | 2.95 | 2.71 | 2.56 | 2.45 | 2.36 | 2.29 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 |
|                                       | .01                      | 7.64 | 5.45 | 4.57 | 4.07 | 3.75 | 3.53 | 3.36 | 3.23 | 3.12 | 3.03 | 2.96 | 2.90 |
| 30                                    | .25                      | 1.38 | 1.45 | 1.44 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 |
|                                       | .10                      | 2.88 | 2.49 | 2.28 | 2.14 | 2.05 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | 1.85 | 1.82 | 1.79 | 1.77 |
|                                       | .05                      | 4.17 | 3.32 | 2.92 | 2.69 | 2.53 | 2.42 | 2.33 | 2.27 | 2.21 | 2.16 | 2.13 | 2.09 |
|                                       | .01                      | 7.56 | 5.39 | 4.51 | 4.02 | 3.70 | 3.47 | 3.30 | 3.17 | 3.07 | 2.98 | 2.91 | 2.84 |
| 40                                    | .25                      | 1.36 | 1.44 | 1.42 | 1.40 | 1.39 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.31 |
|                                       | .10                      | 2.84 | 2.44 | 2.23 | 2.09 | 2.00 | 1.93 | 1.87 | 1.83 | 1.79 | 1.76 | 1.73 | 1.71 |
|                                       | .05                      | 4.08 | 3.23 | 2.84 | 2.61 | 2.45 | 2.34 | 2.25 | 2.18 | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 2.00 |
|                                       | .01                      | 7.31 | 5.18 | 4.31 | 3.83 | 3.51 | 3.29 | 3.12 | 2.99 | 2.89 | 2.80 | 2.73 | 2.66 |
| 60                                    | .25                      | 1.35 | 1.42 | 1.41 | 1.38 | 1.37 | 1.35 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.29 |
|                                       | .10                      | 2.79 | 2.39 | 2.18 | 2.04 | 1.95 | 1.87 | 1.82 | 1.77 | 1.74 | 1.71 | 1.68 | 1.66 |
|                                       | .05                      | 4.00 | 3.15 | 2.76 | 2.53 | 2.37 | 2.25 | 2.17 | 2.10 | 2.04 | 1.99 | 1.95 | 1.92 |
|                                       | .01                      | 7.08 | 4.96 | 4.13 | 3.65 | 3.34 | 3.12 | 2.95 | 2.82 | 2.72 | 2.63 | 2.56 | 2.50 |
| 120                                   | .25                      | 1.34 | 1.40 | 1.39 | 1.37 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 |
|                                       | .10                      | 2.75 | 2.35 | 2.13 | 1.99 | 1.90 | 1.82 | 1.77 | 1.72 | 1.68 | 1.65 | 1.62 | 1.60 |
|                                       | .05                      | 3.92 | 3.07 | 2.68 | 2.45 | 2.29 | 2.17 | 2.09 | 2.02 | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.83 |
|                                       | .01                      | 6.85 | 4.79 | 3.95 | 3.48 | 3.17 | 2.96 | 2.79 | 2.66 | 2.56 | 2.47 | 2.40 | 2.34 |
| 200                                   | .25                      | 1.33 | 1.39 | 1.38 | 1.36 | 1.34 | 1.32 | 1.31 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 | 1.25 |
|                                       | .10                      | 2.73 | 2.33 | 2.11 | 1.97 | 1.88 | 1.80 | 1.75 | 1.70 | 1.66 | 1.63 | 1.60 | 1.57 |
|                                       | .05                      | 3.89 | 3.04 | 2.65 | 2.42 | 2.26 | 2.14 | 2.06 | 1.98 | 1.93 | 1.88 | 1.84 | 1.80 |
|                                       | .01                      | 6.76 | 4.71 | 3.88 | 3.41 | 3.11 | 2.89 | 2.73 | 2.60 | 2.50 | 2.41 | 2.34 | 2.27 |
| $\infty$                              | .25                      | 1.32 | 1.39 | 1.37 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.25 | 1.24 | 1.24 |
|                                       | .10                      | 2.71 | 2.30 | 2.08 | 1.94 | 1.85 | 1.77 | 1.72 | 1.67 | 1.63 | 1.60 | 1.57 | 1.55 |
|                                       | .05                      | 3.84 | 3.00 | 2.60 | 2.37 | 2.21 | 2.10 | 2.01 | 1.94 | 1.88 | 1.83 | 1.79 | 1.75 |
|                                       | .01                      | 6.63 | 4.61 | 3.78 | 3.32 | 3.02 | 2.80 | 2.64 | 2.51 | 2.41 | 2.32 | 2.25 | 2.18 |

| d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |     | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----|----------------------------|
| 15                       | 20   | 24   | 30   | 40   | 50   | 60   | 100  | 120  | 200  | 500  | $\infty$ | Pr  |                            |
| 1.36                     | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.29 | 1.29 | 1.28     | .25 | 22                         |
| 1.81                     | 1.76 | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.61 | 1.60 | 1.59 | 1.58 | 1.57     | .10 |                            |
| 2.15                     | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.85 | 1.84 | 1.82 | 1.80 | 1.78     | .05 |                            |
| 2.98                     | 2.83 | 2.75 | 2.67 | 2.58 | 2.53 | 2.50 | 2.42 | 2.40 | 2.36 | 2.33 | 2.31     | .01 |                            |
| 1.35                     | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.27 | 1.27 | 1.26     | .25 | 24                         |
| 1.78                     | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.54 | 1.53     | .10 |                            |
| 2.11                     | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.73     | .05 |                            |
| 2.89                     | 2.74 | 2.66 | 2.58 | 2.49 | 2.44 | 2.40 | 2.33 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.21     | .01 |                            |
| 1.34                     | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.25     | .25 | 26                         |
| 1.76                     | 1.71 | 1.68 | 1.65 | 1.61 | 1.59 | 1.58 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.51 | 1.50     | .10 |                            |
| 2.07                     | 1.99 | 1.95 | 1.90 | 1.85 | 1.82 | 1.80 | 1.76 | 1.75 | 1.73 | 1.71 | 1.69     | .05 |                            |
| 2.81                     | 2.66 | 2.58 | 2.50 | 2.42 | 2.36 | 2.33 | 2.25 | 2.23 | 2.19 | 2.16 | 2.13     | .01 |                            |
| 1.33                     | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.27 | 1.26 | 1.25 | 1.25 | 1.24 | 1.24     | .25 | 28                         |
| 1.74                     | 1.69 | 1.66 | 1.63 | 1.59 | 1.57 | 1.56 | 1.53 | 1.52 | 1.50 | 1.49 | 1.48     | .10 |                            |
| 2.04                     | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.73 | 1.71 | 1.69 | 1.67 | 1.65     | .05 |                            |
| 2.75                     | 2.60 | 2.52 | 2.44 | 2.35 | 2.30 | 2.26 | 2.19 | 2.17 | 2.13 | 2.09 | 2.06     | .01 |                            |
| 1.32                     | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | 1.23 | 1.23     | .25 | 30                         |
| 1.72                     | 1.67 | 1.64 | 1.61 | 1.57 | 1.55 | 1.54 | 1.51 | 1.50 | 1.48 | 1.47 | 1.46     | .10 |                            |
| 2.01                     | 1.93 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.70 | 1.68 | 1.66 | 1.64 | 1.62     | .05 |                            |
| 2.70                     | 2.55 | 2.47 | 2.39 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | 2.13 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.01     | .01 |                            |
| 1.30                     | 1.28 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.23 | 1.22 | 1.21 | 1.21 | 1.20 | 1.19 | 1.19     | .25 | 40                         |
| 1.66                     | 1.61 | 1.57 | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.47 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38     | .10 |                            |
| 1.92                     | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.66 | 1.64 | 1.59 | 1.58 | 1.55 | 1.53 | 1.51     | .05 |                            |
| 2.52                     | 2.37 | 2.29 | 2.20 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.94 | 1.92 | 1.87 | 1.83 | 1.80     | .01 |                            |
| 1.27                     | 1.25 | 1.24 | 1.22 | 1.21 | 1.20 | 1.19 | 1.17 | 1.17 | 1.16 | 1.15 | 1.15     | .25 | 60                         |
| 1.60                     | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.44 | 1.41 | 1.40 | 1.36 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.29     | .10 |                            |
| 1.84                     | 1.75 | 1.70 | 1.65 | 1.59 | 1.56 | 1.53 | 1.48 | 1.47 | 1.44 | 1.41 | 1.39     | .05 |                            |
| 2.35                     | 2.20 | 2.12 | 2.03 | 1.94 | 1.88 | 1.84 | 1.75 | 1.73 | 1.68 | 1.63 | 1.60     | .01 |                            |
| 1.24                     | 1.22 | 1.21 | 1.19 | 1.18 | 1.17 | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.11 | 1.10     | .25 | 120                        |
| 1.55                     | 1.48 | 1.45 | 1.41 | 1.37 | 1.34 | 1.32 | 1.27 | 1.26 | 1.24 | 1.21 | 1.19     | .10 |                            |
| 1.75                     | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.50 | 1.46 | 1.43 | 1.37 | 1.35 | 1.32 | 1.28 | 1.25     | .05 |                            |
| 2.19                     | 2.03 | 1.95 | 1.86 | 1.76 | 1.70 | 1.66 | 1.56 | 1.53 | 1.48 | 1.42 | 1.38     | .01 |                            |
| 1.23                     | 1.21 | 1.20 | 1.18 | 1.16 | 1.14 | 1.12 | 1.11 | 1.10 | 1.09 | 1.08 | 1.06     | .25 | 200                        |
| 1.52                     | 1.46 | 1.42 | 1.38 | 1.34 | 1.31 | 1.28 | 1.24 | 1.22 | 1.20 | 1.17 | 1.14     | .10 |                            |
| 1.72                     | 1.62 | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.41 | 1.39 | 1.32 | 1.29 | 1.26 | 1.22 | 1.19     | .05 |                            |
| 2.13                     | 1.97 | 1.89 | 1.79 | 1.69 | 1.63 | 1.58 | 1.48 | 1.44 | 1.39 | 1.33 | 1.28     | .01 |                            |
| 1.22                     | 1.19 | 1.18 | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.09 | 1.08 | 1.07 | 1.04 | 1.00     | .25 | $\infty$                   |
| 1.49                     | 1.42 | 1.38 | 1.34 | 1.30 | 1.26 | 1.24 | 1.18 | 1.17 | 1.13 | 1.08 | 1.00     | .10 |                            |
| 1.67                     | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.39 | 1.35 | 1.32 | 1.24 | 1.22 | 1.17 | 1.11 | 1.00     | .05 |                            |
| 2.04                     | 1.88 | 1.79 | 1.70 | 1.59 | 1.52 | 1.47 | 1.36 | 1.32 | 1.25 | 1.15 | 1.00     | .01 |                            |



## 526 APPENDIXES

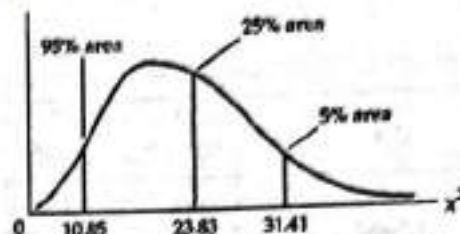
TABLE E-4 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE  $\chi^2$  DISTRIBUTION

Example

$$\Pr(\chi^2 > 10.85) = 0.95$$

$$\Pr(\chi^2 > 23.83) = 0.25 \quad \text{for d.f.} = 20$$

$$\Pr(\chi^2 > 31.41) = 0.05$$



| Degrees of Freedom | Pr | .995                     | .990                    | .975                    | .950                    | .900    |
|--------------------|----|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| 1                  |    | $392704 \times 10^{-10}$ | $157088 \times 10^{-9}$ | $962069 \times 10^{-8}$ | $393214 \times 10^{-6}$ | .0158   |
| 2                  |    | .0100                    | .0201                   | .0506                   | .1026                   | .2107   |
| 3                  |    | .0717                    | .1148                   | .2158                   | .3518                   | .5844   |
| 4                  |    | .2070                    | .2971                   | .4844                   | .7107                   | 1.0636  |
| 5                  |    | .4117                    | .5543                   | .8312                   | 1.1455                  | 1.6103  |
| 6                  |    | .6757                    | .8721                   | 1.2373                  | 1.6354                  | 2.2041  |
| 7                  |    | .9893                    | 1.2390                  | 1.6899                  | 2.1674                  | 2.8331  |
| 8                  |    | 1.3444                   | 1.6465                  | 2.1797                  | 2.7326                  | 3.4895  |
| 9                  |    | 1.7349                   | 2.0879                  | 2.7004                  | 3.3251                  | 4.1682  |
| 10                 |    | 2.1559                   | 2.5582                  | 3.2470                  | 3.9403                  | 4.8652  |
| 11                 |    | 2.6032                   | 3.0535                  | 3.8158                  | 4.5748                  | 5.5778  |
| 12                 |    | 3.0738                   | 3.5706                  | 4.4038                  | 5.2260                  | 6.3038  |
| 13                 |    | 3.5650                   | 4.1069                  | 5.0087                  | 5.8919                  | 7.0415  |
| 14                 |    | 4.0747                   | 4.6604                  | 5.6287                  | 6.5706                  | 7.7895  |
| 15                 |    | 4.6009                   | 5.2294                  | 6.2621                  | 7.2609                  | 8.5468  |
| 16                 |    | 5.1422                   | 5.8122                  | 6.9077                  | 7.9616                  | 9.3122  |
| 17                 |    | 5.6972                   | 6.4078                  | 7.5642                  | 8.6718                  | 10.0852 |
| 18                 |    | 6.2648                   | 7.0149                  | 8.2308                  | 9.3905                  | 10.8649 |
| 19                 |    | 6.8440                   | 7.6327                  | 8.9066                  | 10.1170                 | 11.6509 |
| 20                 |    | 7.4339                   | 8.2604                  | 9.5908                  | 10.8508                 | 12.4426 |
| 21                 |    | 8.0337                   | 8.8972                  | 10.2829                 | 11.5913                 | 13.2396 |
| 22                 |    | 8.6427                   | 9.5425                  | 10.9823                 | 12.3380                 | 14.0415 |
| 23                 |    | 9.2604                   | 10.1957                 | 11.6885                 | 13.0905                 | 14.8479 |
| 24                 |    | 9.8862                   | 10.8564                 | 12.4011                 | 13.8484                 | 15.6587 |
| 25                 |    | 10.5197                  | 11.5240                 | 13.1197                 | 14.6114                 | 16.4734 |
| 26                 |    | 11.1603                  | 12.1981                 | 13.8439                 | 15.3791                 | 17.2919 |
| 27                 |    | 11.8076                  | 12.8786                 | 14.5733                 | 16.1513                 | 18.1138 |
| 28                 |    | 12.4613                  | 13.5649                 | 15.3079                 | 16.9279                 | 18.9392 |
| 29                 |    | 13.1211                  | 14.2565                 | 16.0471                 | 17.7083                 | 19.7677 |
| 30                 |    | 13.7887                  | 14.9535                 | 16.7908                 | 18.4926                 | 20.5992 |
| 40                 |    | 20.7065                  | 22.1643                 | 24.4331                 | 26.5093                 | 29.0505 |
| 50                 |    | 27.9907                  | 29.7067                 | 32.3574                 | 34.7642                 | 37.6886 |
| 60                 |    | 35.5346                  | 37.4848                 | 40.4817                 | 43.1879                 | 46.4589 |
| 70                 |    | 43.2752                  | 45.4418                 | 48.7576                 | 51.7393                 | 55.3290 |
| 80                 |    | 51.1720                  | 53.5400                 | 57.1532                 | 60.3915                 | 64.2778 |
| 90                 |    | 59.1963                  | 61.7541                 | 65.6466                 | 69.1260                 | 73.2912 |
| 100*               |    | 67.3276                  | 70.0648                 | 74.2219                 | 77.9295                 | 82.3581 |

\*For d.f. greater than 100 the expression  $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{2k-1} = Z$  follows the standardized normal distribution, where  $k$  represents the degrees of freedom.

| .750    | .500    | .250    | .100    | .050    | .025    | .010    | .005    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| .1015   | .4549   | 1.3233  | 2.7055  | 3.8415  | 5.0239  | 6.6349  | 7.8794  |
| .5754   | 1.3863  | 2.7726  | 4.6052  | 5.9915  | 7.3778  | 9.2103  | 10.5966 |
| 1.2125  | 2.3660  | 4.1084  | 6.2514  | 7.8147  | 9.3484  | 11.3449 | 12.8381 |
| 1.9226  | 3.3567  | 5.3853  | 7.7794  | 9.4877  | 11.1433 | 13.2767 | 14.8602 |
| 2.6746  | 4.3515  | 6.6257  | 9.2384  | 11.0705 | 12.8325 | 15.0863 | 16.7496 |
| 3.4546  | 5.3481  | 7.8408  | 10.6446 | 12.5916 | 14.4494 | 16.8119 | 18.5476 |
| 4.2549  | 6.3458  | 9.0372  | 12.0170 | 14.0671 | 16.0128 | 18.4753 | 20.2777 |
| 5.0706  | 7.3441  | 10.2188 | 13.3616 | 15.5073 | 17.5346 | 20.0902 | 21.9550 |
| 5.8968  | 8.3428  | 11.3887 | 14.6837 | 16.9190 | 19.0228 | 21.6660 | 23.5893 |
| 6.7372  | 9.3418  | 12.5489 | 15.9871 | 18.3070 | 20.4831 | 23.2093 | 25.1882 |
| 7.5841  | 10.3410 | 13.7007 | 17.2750 | 19.6751 | 21.9200 | 24.7250 | 26.7569 |
| 8.4384  | 11.3403 | 14.8454 | 18.5494 | 21.0261 | 23.3367 | 26.2170 | 28.2995 |
| 9.2991  | 12.3398 | 15.9839 | 19.8119 | 22.3621 | 24.7356 | 27.6883 | 29.8194 |
| 10.1653 | 13.3393 | 17.1170 | 21.0642 | 23.6848 | 26.1190 | 29.1413 | 31.3193 |
| 11.0365 | 14.3389 | 18.2451 | 22.3072 | 24.9958 | 27.4884 | 30.5779 | 32.8013 |
| 11.9122 | 15.3385 | 19.3688 | 23.5418 | 26.2962 | 28.8454 | 31.9999 | 34.2672 |
| 12.7919 | 16.3381 | 20.4887 | 24.7690 | 27.5871 | 30.1910 | 33.4087 | 35.7185 |
| 13.6753 | 17.3379 | 21.6049 | 25.9894 | 28.8693 | 31.5264 | 34.8053 | 37.1564 |
| 14.5620 | 18.3376 | 22.7178 | 27.2036 | 30.1435 | 32.8523 | 36.1908 | 38.5822 |
| 15.4518 | 19.3374 | 23.8277 | 28.4120 | 31.4104 | 34.1696 | 37.5662 | 39.9968 |
| 16.3444 | 20.3372 | 24.9348 | 29.6151 | 32.6705 | 35.4789 | 38.9321 | 41.4010 |
| 17.2396 | 21.3370 | 26.0393 | 30.8133 | 33.9244 | 36.7807 | 40.2894 | 42.7956 |
| 18.1373 | 22.3369 | 27.1413 | 32.0069 | 35.1725 | 38.0757 | 41.6384 | 44.1813 |
| 19.0372 | 23.3367 | 28.2412 | 33.1963 | 36.4151 | 39.3641 | 42.9798 | 45.5585 |
| 19.9393 | 24.3366 | 29.3389 | 34.3816 | 37.6525 | 40.6465 | 44.3141 | 46.9278 |
| 20.8434 | 25.3364 | 30.4345 | 35.5631 | 38.8852 | 41.9232 | 45.6417 | 48.2899 |
| 21.7494 | 26.3363 | 31.5284 | 36.7412 | 40.1133 | 43.1944 | 46.9630 | 49.6449 |
| 22.6572 | 27.3363 | 32.6205 | 37.9159 | 41.3372 | 44.4607 | 48.2782 | 50.9933 |
| 23.5666 | 28.3362 | 33.7109 | 39.0875 | 42.5569 | 45.7222 | 49.5879 | 52.3356 |
| 24.4776 | 29.3360 | 34.7998 | 40.2560 | 43.7729 | 46.9792 | 50.8922 | 53.6720 |
| 33.6603 | 39.3354 | 45.6160 | 51.8050 | 55.7585 | 59.3417 | 63.6907 | 66.7659 |
| 42.9421 | 49.3349 | 56.3336 | 63.1671 | 67.5048 | 71.4202 | 76.1539 | 79.4900 |
| 52.2938 | 59.3347 | 66.9814 | 74.3970 | 79.0819 | 83.2976 | 88.3794 | 91.9517 |
| 61.6983 | 69.3344 | 77.5766 | 85.5271 | 90.5312 | 95.0231 | 100.425 | 104.215 |
| 71.1445 | 79.3343 | 88.1303 | 96.5782 | 101.879 | 106.629 | 112.329 | 116.321 |
| 80.6247 | 89.3342 | 98.6499 | 107.585 | 113.145 | 118.136 | 124.116 | 128.299 |
| 90.1332 | 99.3341 | 109.141 | 118.498 | 124.342 | 129.561 | 135.807 | 140.169 |

Source: Abridged from E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 8, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.



## 528 APPENDICES

TABLE E-5a DURBIN-WATSON  $d$  STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF  $d_L$  AND  $d_U$  AT 0.05 LEVEL OF SIGNIFICANCE

| n   | k' = 1 |       | k' = 2 |       | k' = 3 |       | k' = 4 |       | k' = 5 |       | k' = 6 |       | k' = 7 |       | k' = 8 |       | k' = 9 |       | k' = 10 |       |
|-----|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|---------|-------|
|     | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$  | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ |
| 6   | 0.610  | 1.400 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 7   | 0.700  | 1.358 | 0.467  | 1.898 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 8   | 0.763  | 1.332 | 0.558  | 1.777 | 0.368  | 2.267 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 9   | 0.824  | 1.320 | 0.629  | 1.699 | 0.455  | 2.128 | 0.296  | 2.588 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 10  | 0.878  | 1.320 | 0.697  | 1.641 | 0.525  | 2.018 | 0.378  | 2.414 | 0.243  | 2.822 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 11  | 0.927  | 1.324 | 0.753  | 1.604 | 0.595  | 1.928 | 0.444  | 2.283 | 0.318  | 2.645 | 0.203  | 3.005 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 12  | 0.971  | 1.331 | 0.812  | 1.579 | 0.658  | 1.864 | 0.512  | 2.177 | 0.379  | 2.506 | 0.268  | 2.832 | 0.171  | 3.149 | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 13  | 1.010  | 1.340 | 0.861  | 1.562 | 0.715  | 1.816 | 0.574  | 2.094 | 0.445  | 2.390 | 0.328  | 2.692 | 0.230  | 2.965 | 0.147  | 3.298 | —      | —     | —       | —     |
| 14  | 1.045  | 1.350 | 0.905  | 1.551 | 0.767  | 1.779 | 0.632  | 2.030 | 0.505  | 2.298 | 0.389  | 2.572 | 0.286  | 2.848 | 0.200  | 3.111 | 0.127  | 3.360 | —       | —     |
| 15  | 1.077  | 1.361 | 0.946  | 1.543 | 0.814  | 1.750 | 0.685  | 1.977 | 0.562  | 2.220 | 0.447  | 2.472 | 0.343  | 2.727 | 0.251  | 2.979 | 0.175  | 3.216 | 0.111   | 3.438 |
| 16  | 1.108  | 1.371 | 0.982  | 1.539 | 0.857  | 1.728 | 0.734  | 1.935 | 0.615  | 2.157 | 0.502  | 2.388 | 0.396  | 2.624 | 0.304  | 2.860 | 0.222  | 3.090 | 0.155   | 3.304 |
| 17  | 1.133  | 1.381 | 1.015  | 1.536 | 0.897  | 1.710 | 0.779  | 1.900 | 0.664  | 2.104 | 0.554  | 2.318 | 0.451  | 2.537 | 0.358  | 2.757 | 0.272  | 2.975 | 0.198   | 3.184 |
| 18  | 1.158  | 1.391 | 1.046  | 1.535 | 0.933  | 1.696 | 0.820  | 1.872 | 0.710  | 2.060 | 0.603  | 2.257 | 0.502  | 2.461 | 0.407  | 2.667 | 0.321  | 2.873 | 0.244   | 3.073 |
| 19  | 1.180  | 1.401 | 1.074  | 1.536 | 0.967  | 1.685 | 0.859  | 1.848 | 0.752  | 2.023 | 0.649  | 2.206 | 0.549  | 2.396 | 0.456  | 2.609 | 0.369  | 2.783 | 0.290   | 2.974 |
| 20  | 1.201  | 1.411 | 1.100  | 1.537 | 0.998  | 1.678 | 0.894  | 1.828 | 0.792  | 1.991 | 0.692  | 2.162 | 0.595  | 2.339 | 0.502  | 2.521 | 0.416  | 2.704 | 0.336   | 2.985 |
| 21  | 1.221  | 1.420 | 1.125  | 1.538 | 1.028  | 1.669 | 0.927  | 1.812 | 0.829  | 1.964 | 0.732  | 2.124 | 0.637  | 2.290 | 0.547  | 2.480 | 0.461  | 2.633 | 0.380   | 2.906 |
| 22  | 1.239  | 1.429 | 1.147  | 1.541 | 1.053  | 1.664 | 0.958  | 1.797 | 0.863  | 1.940 | 0.769  | 2.090 | 0.677  | 2.246 | 0.588  | 2.407 | 0.504  | 2.571 | 0.424   | 2.734 |
| 23  | 1.257  | 1.437 | 1.168  | 1.543 | 1.078  | 1.660 | 0.988  | 1.785 | 0.895  | 1.920 | 0.804  | 2.061 | 0.715  | 2.208 | 0.628  | 2.360 | 0.545  | 2.514 | 0.465   | 2.670 |
| 24  | 1.273  | 1.446 | 1.188  | 1.546 | 1.101  | 1.656 | 1.013  | 1.775 | 0.925  | 1.902 | 0.837  | 2.035 | 0.751  | 2.174 | 0.668  | 2.318 | 0.584  | 2.464 | 0.506   | 2.613 |
| 25  | 1.288  | 1.454 | 1.206  | 1.550 | 1.123  | 1.654 | 1.038  | 1.767 | 0.953  | 1.886 | 0.868  | 2.012 | 0.784  | 2.144 | 0.702  | 2.280 | 0.621  | 2.419 | 0.544   | 2.560 |
| 26  | 1.302  | 1.461 | 1.224  | 1.553 | 1.143  | 1.652 | 1.062  | 1.759 | 0.979  | 1.873 | 0.897  | 1.992 | 0.816  | 2.117 | 0.735  | 2.246 | 0.657  | 2.379 | 0.581   | 2.513 |
| 27  | 1.316  | 1.469 | 1.240  | 1.556 | 1.162  | 1.651 | 1.084  | 1.753 | 1.004  | 1.861 | 0.925  | 1.974 | 0.845  | 2.093 | 0.767  | 2.216 | 0.691  | 2.342 | 0.616   | 2.470 |
| 28  | 1.328  | 1.476 | 1.255  | 1.560 | 1.181  | 1.650 | 1.104  | 1.747 | 1.028  | 1.850 | 0.951  | 1.958 | 0.874  | 2.071 | 0.798  | 2.188 | 0.723  | 2.309 | 0.650   | 2.431 |
| 29  | 1.341  | 1.483 | 1.270  | 1.563 | 1.198  | 1.650 | 1.124  | 1.743 | 1.050  | 1.841 | 0.975  | 1.944 | 0.900  | 2.052 | 0.826  | 2.164 | 0.753  | 2.278 | 0.682   | 2.396 |
| 30  | 1.352  | 1.489 | 1.284  | 1.567 | 1.214  | 1.650 | 1.143  | 1.739 | 1.071  | 1.833 | 0.998  | 1.931 | 0.926  | 2.034 | 0.854  | 2.141 | 0.782  | 2.251 | 0.712   | 2.363 |
| 31  | 1.363  | 1.496 | 1.297  | 1.570 | 1.229  | 1.650 | 1.160  | 1.735 | 1.090  | 1.825 | 1.020  | 1.920 | 0.950  | 2.018 | 0.879  | 2.120 | 0.810  | 2.226 | 0.741   | 2.333 |
| 32  | 1.373  | 1.502 | 1.309  | 1.574 | 1.244  | 1.650 | 1.177  | 1.732 | 1.109  | 1.819 | 1.041  | 1.909 | 0.972  | 2.004 | 0.904  | 2.102 | 0.836  | 2.203 | 0.769   | 2.308 |
| 33  | 1.383  | 1.508 | 1.321  | 1.577 | 1.258  | 1.651 | 1.193  | 1.730 | 1.127  | 1.813 | 1.061  | 1.900 | 0.994  | 1.991 | 0.927  | 2.085 | 0.861  | 2.181 | 0.795   | 2.281 |
| 34  | 1.393  | 1.514 | 1.333  | 1.580 | 1.271  | 1.652 | 1.208  | 1.728 | 1.144  | 1.808 | 1.080  | 1.891 | 1.015  | 1.979 | 0.950  | 2.068 | 0.885  | 2.162 | 0.821   | 2.257 |
| 35  | 1.402  | 1.519 | 1.343  | 1.584 | 1.283  | 1.653 | 1.222  | 1.726 | 1.160  | 1.803 | 1.097  | 1.884 | 1.034  | 1.967 | 0.971  | 2.054 | 0.906  | 2.144 | 0.845   | 2.236 |
| 36  | 1.411  | 1.525 | 1.354  | 1.587 | 1.295  | 1.654 | 1.238  | 1.724 | 1.175  | 1.799 | 1.114  | 1.877 | 1.053  | 1.957 | 0.991  | 2.041 | 0.930  | 2.127 | 0.868   | 2.216 |
| 37  | 1.419  | 1.530 | 1.364  | 1.590 | 1.307  | 1.655 | 1.249  | 1.723 | 1.190  | 1.795 | 1.131  | 1.870 | 1.071  | 1.948 | 1.011  | 2.029 | 0.951  | 2.112 | 0.891   | 2.196 |
| 38  | 1.427  | 1.535 | 1.373  | 1.594 | 1.318  | 1.656 | 1.261  | 1.722 | 1.204  | 1.792 | 1.146  | 1.864 | 1.088  | 1.939 | 1.029  | 2.017 | 0.970  | 2.098 | 0.912   | 2.180 |
| 39  | 1.435  | 1.540 | 1.382  | 1.597 | 1.328  | 1.658 | 1.273  | 1.722 | 1.218  | 1.789 | 1.161  | 1.859 | 1.104  | 1.932 | 1.047  | 2.007 | 0.990  | 2.085 | 0.932   | 2.164 |
| 40  | 1.442  | 1.544 | 1.391  | 1.600 | 1.338  | 1.659 | 1.285  | 1.721 | 1.230  | 1.786 | 1.175  | 1.854 | 1.120  | 1.924 | 1.064  | 1.997 | 1.008  | 2.072 | 0.952   | 2.149 |
| 45  | 1.475  | 1.566 | 1.430  | 1.615 | 1.363  | 1.666 | 1.336  | 1.720 | 1.267  | 1.776 | 1.238  | 1.835 | 1.169  | 1.895 | 1.139  | 1.958 | 1.089  | 2.022 | 1.036   | 2.088 |
| 50  | 1.503  | 1.585 | 1.462  | 1.628 | 1.421  | 1.674 | 1.378  | 1.721 | 1.335  | 1.771 | 1.291  | 1.822 | 1.246  | 1.875 | 1.201  | 1.930 | 1.156  | 1.988 | 1.110   | 2.044 |
| 55  | 1.528  | 1.601 | 1.490  | 1.641 | 1.452  | 1.681 | 1.414  | 1.724 | 1.374  | 1.768 | 1.334  | 1.814 | 1.294  | 1.861 | 1.253  | 1.909 | 1.212  | 1.959 | 1.170   | 2.010 |
| 60  | 1.549  | 1.616 | 1.514  | 1.652 | 1.480  | 1.689 | 1.444  | 1.727 | 1.408  | 1.767 | 1.372  | 1.808 | 1.335  | 1.850 | 1.298  | 1.894 | 1.260  | 1.936 | 1.222   | 1.984 |
| 65  | 1.567  | 1.629 | 1.536  | 1.662 | 1.503  | 1.696 | 1.471  | 1.731 | 1.438  | 1.767 | 1.404  | 1.805 | 1.370  | 1.843 | 1.336  | 1.882 | 1.301  | 1.923 | 1.268   | 1.964 |
| 70  | 1.583  | 1.641 | 1.554  | 1.672 | 1.525  | 1.703 | 1.494  | 1.735 | 1.464  | 1.768 | 1.433  | 1.802 | 1.401  | 1.837 | 1.368  | 1.873 | 1.337  | 1.910 | 1.305   | 1.948 |
| 75  | 1.598  | 1.652 | 1.571  | 1.680 | 1.543  | 1.709 | 1.515  | 1.739 | 1.487  | 1.770 | 1.458  | 1.801 | 1.426  | 1.834 | 1.399  | 1.867 | 1.369  | 1.901 | 1.339   | 1.935 |
| 80  | 1.611  | 1.662 | 1.588  | 1.688 | 1.560  | 1.715 | 1.534  | 1.743 | 1.507  | 1.772 | 1.480  | 1.801 | 1.453  | 1.831 | 1.425  | 1.861 | 1.397  | 1.893 | 1.369   | 1.925 |
| 85  | 1.624  | 1.671 | 1.600  | 1.696 | 1.575  | 1.721 | 1.550  | 1.747 | 1.525  | 1.774 | 1.500  | 1.801 | 1.474  | 1.829 | 1.448  | 1.857 | 1.422  | 1.886 | 1.396   | 1.916 |
| 90  | 1.635  | 1.679 | 1.612  | 1.703 | 1.589  | 1.728 | 1.566  | 1.751 | 1.542  | 1.778 | 1.518  | 1.801 | 1.494  | 1.827 | 1.469  | 1.854 | 1.445  | 1.881 | 1.420   | 1.909 |
| 95  | 1.645  | 1.687 | 1.623  | 1.709 | 1.602  | 1.732 | 1.579  | 1.755 | 1.557  | 1.778 | 1.535  | 1.802 | 1.512  | 1.827 | 1.489  | 1.852 | 1.465  | 1.877 | 1.442   | 1.903 |
| 100 | 1.654  | 1.694 | 1.634  | 1.715 | 1.613  | 1.738 | 1.592  | 1.758 | 1.571  | 1.790 | 1.550  | 1.803 | 1.526  | 1.826 | 1.506  | 1.850 | 1.484  | 1.874 | 1.462   | 1.898 |
| 150 | 1.720  | 1.746 | 1.706  | 1.760 | 1.693  | 1.774 | 1.679  | 1.788 | 1.665  | 1.802 | 1.651  | 1.817 | 1.637  | 1.832 | 1.622  | 1.847 | 1.608  | 1.862 | 1.594   | 1.877 |
| 200 | 1.758  | 1.778 | 1.748  | 1.789 | 1.738  | 1.799 | 1.728  | 1.810 | 1.718  | 1.820 | 1.707  | 1.831 | 1.697  | 1.841 | 1.686  | 1.852 | 1.675  | 1.863 | 1.665   | 1.874 |



| n   | k' = 11        |                | k' = 12        |                | k' = 13        |                | k' = 14        |                | k' = 15        |                | k' = 16        |                | k' = 17        |                | k' = 18        |                | k' = 19        |                | k' = 20        |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> |
| 16  | 0.098          | 3.503          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 17  | 0.138          | 3.378          | 0.087          | 3.557          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 18  | 0.177          | 3.265          | 0.123          | 3.441          | 0.078          | 3.603          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 19  | 0.220          | 3.159          | 0.180          | 3.335          | 0.111          | 3.496          | 0.070          | 3.642          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 20  | 0.263          | 3.063          | 0.200          | 3.234          | 0.145          | 3.395          | 0.100          | 3.542          | 0.063          | 3.676          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 21  | 0.307          | 2.976          | 0.240          | 3.141          | 0.182          | 3.300          | 0.132          | 3.448          | 0.091          | 3.583          | 0.058          | 3.705          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 22  | 0.349          | 2.897          | 0.281          | 3.057          | 0.220          | 3.211          | 0.166          | 3.368          | 0.120          | 3.495          | 0.083          | 3.619          | 0.052          | 3.731          | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 23  | 0.391          | 2.826          | 0.322          | 2.979          | 0.259          | 3.128          | 0.202          | 3.272          | 0.153          | 3.409          | 0.110          | 3.535          | 0.076          | 3.650          | 0.048          | 3.753          | —              | —              | —              | —              |
| 24  | 0.431          | 2.751          | 0.362          | 2.906          | 0.297          | 3.053          | 0.239          | 3.193          | 0.186          | 3.327          | 0.141          | 3.464          | 0.101          | 3.572          | 0.070          | 3.678          | 0.044          | 3.773          | —              | —              |
| 25  | 0.470          | 2.702          | 0.400          | 2.844          | 0.335          | 2.983          | 0.275          | 3.119          | 0.221          | 3.251          | 0.172          | 3.376          | 0.130          | 3.494          | 0.094          | 3.604          | 0.065          | 3.702          | 0.041          | 3.790          |
| 26  | 0.508          | 2.649          | 0.438          | 2.784          | 0.373          | 2.910          | 0.312          | 3.051          | 0.256          | 3.179          | 0.205          | 3.303          | 0.160          | 3.420          | 0.120          | 3.531          | 0.087          | 3.632          | 0.060          | 3.724          |
| 27  | 0.544          | 2.600          | 0.475          | 2.730          | 0.409          | 2.859          | 0.348          | 2.987          | 0.291          | 3.112          | 0.238          | 3.233          | 0.191          | 3.349          | 0.149          | 3.460          | 0.112          | 3.563          | 0.081          | 3.658          |
| 28  | 0.578          | 2.555          | 0.510          | 2.680          | 0.445          | 2.805          | 0.383          | 2.928          | 0.325          | 3.050          | 0.271          | 3.168          | 0.222          | 3.283          | 0.178          | 3.392          | 0.138          | 3.495          | 0.104          | 3.592          |
| 29  | 0.612          | 2.515          | 0.544          | 2.634          | 0.479          | 2.755          | 0.418          | 2.874          | 0.359          | 2.992          | 0.305          | 3.107          | 0.254          | 3.219          | 0.208          | 3.327          | 0.166          | 3.431          | 0.129          | 3.528          |
| 30  | 0.643          | 2.477          | 0.577          | 2.592          | 0.512          | 2.708          | 0.451          | 2.823          | 0.392          | 2.937          | 0.337          | 3.060          | 0.286          | 3.160          | 0.238          | 3.266          | 0.195          | 3.368          | 0.156          | 3.465          |
| 31  | 0.674          | 2.443          | 0.608          | 2.553          | 0.545          | 2.665          | 0.484          | 2.776          | 0.425          | 2.887          | 0.370          | 2.996          | 0.317          | 3.103          | 0.259          | 3.208          | 0.224          | 3.309          | 0.183          | 3.408          |
| 32  | 0.703          | 2.411          | 0.638          | 2.517          | 0.576          | 2.625          | 0.515          | 2.733          | 0.457          | 2.840          | 0.401          | 2.946          | 0.349          | 3.050          | 0.299          | 3.153          | 0.253          | 3.252          | 0.211          | 3.348          |
| 33  | 0.731          | 2.382          | 0.668          | 2.484          | 0.606          | 2.588          | 0.546          | 2.692          | 0.488          | 2.796          | 0.432          | 2.899          | 0.379          | 3.000          | 0.329          | 3.100          | 0.283          | 3.198          | 0.239          | 3.293          |
| 34  | 0.758          | 2.355          | 0.695          | 2.454          | 0.634          | 2.554          | 0.575          | 2.654          | 0.518          | 2.754          | 0.462          | 2.854          | 0.409          | 2.954          | 0.359          | 3.051          | 0.312          | 3.147          | 0.267          | 3.240          |
| 35  | 0.783          | 2.330          | 0.722          | 2.425          | 0.662          | 2.521          | 0.604          | 2.619          | 0.547          | 2.716          | 0.492          | 2.813          | 0.438          | 2.910          | 0.388          | 3.006          | 0.340          | 3.099          | 0.295          | 3.190          |
| 36  | 0.808          | 2.306          | 0.748          | 2.398          | 0.689          | 2.492          | 0.631          | 2.586          | 0.575          | 2.680          | 0.520          | 2.774          | 0.467          | 2.868          | 0.417          | 2.961          | 0.369          | 3.053          | 0.323          | 3.142          |
| 37  | 0.831          | 2.285          | 0.772          | 2.374          | 0.714          | 2.464          | 0.657          | 2.555          | 0.602          | 2.646          | 0.548          | 2.738          | 0.495          | 2.829          | 0.445          | 2.920          | 0.397          | 3.009          | 0.351          | 3.097          |
| 38  | 0.854          | 2.265          | 0.796          | 2.351          | 0.739          | 2.438          | 0.683          | 2.526          | 0.628          | 2.614          | 0.575          | 2.703          | 0.522          | 2.792          | 0.472          | 2.880          | 0.424          | 2.968          | 0.378          | 3.054          |
| 39  | 0.875          | 2.246          | 0.819          | 2.329          | 0.763          | 2.413          | 0.707          | 2.499          | 0.653          | 2.585          | 0.600          | 2.671          | 0.549          | 2.757          | 0.499          | 2.843          | 0.451          | 2.929          | 0.404          | 3.013          |
| 40  | 0.896          | 2.228          | 0.840          | 2.309          | 0.785          | 2.391          | 0.731          | 2.473          | 0.678          | 2.557          | 0.626          | 2.641          | 0.575          | 2.724          | 0.525          | 2.808          | 0.477          | 2.892          | 0.430          | 2.974          |
| 45  | 0.968          | 2.158          | 0.938          | 2.225          | 0.887          | 2.296          | 0.838          | 2.367          | 0.788          | 2.439          | 0.740          | 2.512          | 0.692          | 2.586          | 0.644          | 2.659          | 0.598          | 2.733          | 0.553          | 2.807          |
| 50  | 1.064          | 2.103          | 1.019          | 2.163          | 0.973          | 2.225          | 0.927          | 2.287          | 0.882          | 2.350          | 0.836          | 2.414          | 0.792          | 2.479          | 0.747          | 2.544          | 0.703          | 2.610          | 0.650          | 2.675          |
| 55  | 1.129          | 2.062          | 1.087          | 2.118          | 1.045          | 2.170          | 1.003          | 2.225          | 0.961          | 2.281          | 0.919          | 2.338          | 0.877          | 2.396          | 0.836          | 2.454          | 0.795          | 2.512          | 0.754          | 2.571          |
| 60  | 1.184          | 2.031          | 1.145          | 2.079          | 1.105          | 2.127          | 1.068          | 2.177          | 1.029          | 2.227          | 0.990          | 2.278          | 0.951          | 2.330          | 0.913          | 2.382          | 0.874          | 2.434          | 0.836          | 2.487          |
| 65  | 1.231          | 2.006          | 1.195          | 2.049          | 1.160          | 2.093          | 1.124          | 2.138          | 1.088          | 2.183          | 1.052          | 2.229          | 1.018          | 2.276          | 0.980          | 2.323          | 0.944          | 2.371          | 0.908          | 2.419          |
| 70  | 1.272          | 1.986          | 1.239          | 2.026          | 1.206          | 2.066          | 1.172          | 2.106          | 1.139          | 2.148          | 1.105          | 2.189          | 1.072          | 2.232          | 1.038          | 2.275          | 1.006          | 2.318          | 0.971          | 2.362          |
| 75  | 1.308          | 1.970          | 1.277          | 2.008          | 1.247          | 2.043          | 1.215          | 2.080          | 1.184          | 2.118          | 1.153          | 2.156          | 1.121          | 2.195          | 1.090          | 2.235          | 1.058          | 2.275          | 1.027          | 2.315          |
| 80  | 1.340          | 1.957          | 1.311          | 1.991          | 1.283          | 2.024          | 1.253          | 2.059          | 1.224          | 2.093          | 1.195          | 2.129          | 1.165          | 2.165          | 1.136          | 2.201          | 1.106          | 2.238          | 1.076          | 2.275          |
| 85  | 1.369          | 1.946          | 1.342          | 1.977          | 1.315          | 2.009          | 1.287          | 2.040          | 1.260          | 2.073          | 1.232          | 2.105          | 1.205          | 2.139          | 1.177          | 2.172          | 1.149          | 2.206          | 1.121          | 2.241          |
| 90  | 1.395          | 1.937          | 1.369          | 1.968          | 1.344          | 1.995          | 1.318          | 2.025          | 1.292          | 2.055          | 1.266          | 2.085          | 1.240          | 2.116          | 1.213          | 2.148          | 1.187          | 2.179          | 1.160          | 2.211          |
| 95  | 1.418          | 1.929          | 1.394          | 1.956          | 1.370          | 1.984          | 1.345          | 2.012          | 1.321          | 2.040          | 1.296          | 2.068          | 1.271          | 2.097          | 1.247          | 2.126          | 1.222          | 2.156          | 1.197          | 2.190          |
| 100 | 1.439          | 1.923          | 1.416          | 1.948          | 1.393          | 1.974          | 1.371          | 2.000          | 1.347          | 2.026          | 1.324          | 2.053          | 1.301          | 2.080          | 1.277          | 2.108          | 1.253          | 2.135          | 1.229          | 2.164          |
| 150 | 1.579          | 1.892          | 1.554          | 1.908          | 1.550          | 1.924          | 1.535          | 1.940          | 1.519          | 1.956          | 1.504          | 1.972          | 1.489          | 1.989          | 1.474          | 2.006          | 1.458          | 2.023          | 1.443          | 2.040          |
| 200 | 1.654          | 1.885          | 1.643          | 1.895          | 1.632          | 1.908          | 1.621          | 1.919          | 1.610          | 1.931          | 1.599          | 1.943          | 1.588          | 1.955          | 1.576          | 1.967          | 1.565          | 1.979          | 1.554          | 1.991          |

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: This table is an extension of the original Durbin-Watson table and is reproduced from N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Small Samples or Many Regressors," *Econometrica*, vol. 45, November 1977, pp. 1989-96 and as corrected by R. W. Farebrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

### Example E.1.

If  $n = 40$  and  $k' = 4$ ,  $d_L = 1.285$  and  $d_U = 1.721$ . If a computed  $d$  value is less than 1.285, there is evidence of positive first-order serial correlation; if it is greater than 1.721, there is no evidence of positive first-order serial correlation; but if  $d$  lies between the lower and the upper limit, there is inconclusive evidence regarding the presence or absence of positive first-order serial correlation.



## 530 APPENDICES

TABLE E-5b DURBIN-WATSON  $d$  STATISTIC: SIGNIFICANCE POINTS OF  $d_L$  AND  $d_U$  AT 0.01 LEVEL OF SIGNIFICANCE

| n   | $k' = 1$ |       | $k' = 2$ |       | $k' = 3$ |       | $k' = 4$ |       | $k' = 5$ |       | $k' = 6$ |       | $k' = 7$ |       | $k' = 8$ |       | $k' = 9$ |       | $k' = 10$ |       |
|-----|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|-----------|-------|
|     | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$    | $d_U$ | $d_L$     | $d_U$ |
| 6   | 0.390    | 1.142 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 7   | 0.435    | 1.036 | 0.294    | 1.676 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 8   | 0.497    | 1.003 | 0.345    | 1.489 | 0.229    | 2.102 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 9   | 0.554    | 0.996 | 0.406    | 1.389 | 0.279    | 1.875 | 0.183    | 2.433 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 10  | 0.604    | 1.001 | 0.468    | 1.333 | 0.340    | 1.733 | 0.230    | 2.193 | 0.150    | 2.690 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 11  | 0.653    | 1.010 | 0.519    | 1.297 | 0.396    | 1.640 | 0.286    | 2.030 | 0.193    | 2.453 | 0.124    | 2.892 | —        | —     | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 12  | 0.697    | 1.023 | 0.569    | 1.274 | 0.449    | 1.575 | 0.339    | 1.913 | 0.244    | 2.280 | 0.164    | 2.665 | 0.105    | 3.053 | —        | —     | —        | —     | —         | —     |
| 13  | 0.736    | 1.036 | 0.616    | 1.261 | 0.499    | 1.526 | 0.391    | 1.826 | 0.294    | 2.150 | 0.211    | 2.490 | 0.140    | 2.838 | 0.090    | 3.182 | —        | —     | —         | —     |
| 14  | 0.776    | 1.054 | 0.660    | 1.254 | 0.547    | 1.490 | 0.441    | 1.757 | 0.343    | 2.049 | 0.257    | 2.354 | 0.183    | 2.667 | 0.122    | 2.981 | 0.078    | 3.287 | —         | —     |
| 15  | 0.811    | 1.070 | 0.700    | 1.252 | 0.591    | 1.464 | 0.488    | 1.704 | 0.391    | 1.967 | 0.303    | 2.244 | 0.226    | 2.530 | 0.161    | 2.817 | 0.107    | 3.101 | 0.068     | 3.374 |
| 16  | 0.844    | 1.086 | 0.737    | 1.252 | 0.633    | 1.446 | 0.532    | 1.663 | 0.437    | 1.900 | 0.349    | 2.153 | 0.269    | 2.416 | 0.200    | 2.681 | 0.142    | 2.944 | 0.094     | 3.201 |
| 17  | 0.874    | 1.102 | 0.772    | 1.255 | 0.672    | 1.432 | 0.574    | 1.630 | 0.480    | 1.847 | 0.393    | 2.078 | 0.313    | 2.319 | 0.241    | 2.566 | 0.179    | 2.811 | 0.127     | 3.053 |
| 18  | 0.902    | 1.118 | 0.805    | 1.259 | 0.708    | 1.422 | 0.613    | 1.604 | 0.522    | 1.803 | 0.435    | 2.015 | 0.355    | 2.238 | 0.282    | 2.457 | 0.218    | 2.697 | 0.150     | 2.925 |
| 19  | 0.928    | 1.132 | 0.836    | 1.265 | 0.742    | 1.415 | 0.650    | 1.584 | 0.561    | 1.767 | 0.478    | 1.963 | 0.396    | 2.169 | 0.322    | 2.381 | 0.255    | 2.697 | 0.196     | 2.813 |
| 20  | 0.952    | 1.147 | 0.863    | 1.271 | 0.773    | 1.411 | 0.685    | 1.567 | 0.598    | 1.737 | 0.515    | 1.918 | 0.436    | 2.110 | 0.362    | 2.308 | 0.294    | 2.510 | 0.232     | 2.714 |
| 21  | 0.975    | 1.161 | 0.890    | 1.277 | 0.803    | 1.408 | 0.718    | 1.554 | 0.633    | 1.712 | 0.552    | 1.881 | 0.474    | 2.059 | 0.400    | 2.244 | 0.331    | 2.434 | 0.268     | 2.625 |
| 22  | 0.997    | 1.174 | 0.914    | 1.284 | 0.831    | 1.407 | 0.748    | 1.543 | 0.667    | 1.691 | 0.587    | 1.849 | 0.510    | 2.015 | 0.437    | 2.188 | 0.368    | 2.367 | 0.304     | 2.548 |
| 23  | 1.018    | 1.187 | 0.938    | 1.291 | 0.858    | 1.407 | 0.777    | 1.534 | 0.698    | 1.673 | 0.620    | 1.821 | 0.545    | 1.977 | 0.473    | 2.140 | 0.404    | 2.308 | 0.340     | 2.479 |
| 24  | 1.037    | 1.199 | 0.960    | 1.298 | 0.882    | 1.407 | 0.806    | 1.528 | 0.728    | 1.658 | 0.652    | 1.797 | 0.578    | 1.944 | 0.507    | 2.097 | 0.439    | 2.256 | 0.375     | 2.417 |
| 25  | 1.055    | 1.211 | 0.981    | 1.305 | 0.906    | 1.409 | 0.831    | 1.523 | 0.756    | 1.645 | 0.682    | 1.776 | 0.610    | 1.915 | 0.540    | 2.059 | 0.473    | 2.209 | 0.409     | 2.362 |
| 26  | 1.072    | 1.222 | 1.001    | 1.312 | 0.928    | 1.411 | 0.855    | 1.518 | 0.783    | 1.635 | 0.711    | 1.759 | 0.640    | 1.889 | 0.572    | 2.026 | 0.505    | 2.168 | 0.441     | 2.313 |
| 27  | 1.089    | 1.233 | 1.019    | 1.319 | 0.949    | 1.413 | 0.878    | 1.515 | 0.808    | 1.626 | 0.738    | 1.743 | 0.669    | 1.867 | 0.602    | 1.997 | 0.536    | 2.131 | 0.473     | 2.269 |
| 28  | 1.104    | 1.244 | 1.037    | 1.325 | 0.969    | 1.415 | 0.900    | 1.513 | 0.832    | 1.618 | 0.764    | 1.729 | 0.696    | 1.847 | 0.630    | 1.970 | 0.565    | 2.098 | 0.504     | 2.229 |
| 29  | 1.119    | 1.254 | 1.054    | 1.332 | 0.988    | 1.418 | 0.921    | 1.512 | 0.855    | 1.611 | 0.788    | 1.718 | 0.723    | 1.830 | 0.658    | 1.947 | 0.595    | 2.068 | 0.533     | 2.193 |
| 30  | 1.133    | 1.263 | 1.070    | 1.339 | 1.006    | 1.421 | 0.941    | 1.511 | 0.877    | 1.606 | 0.812    | 1.707 | 0.748    | 1.814 | 0.684    | 1.925 | 0.622    | 2.041 | 0.562     | 2.160 |
| 31  | 1.147    | 1.273 | 1.085    | 1.345 | 1.023    | 1.425 | 0.960    | 1.510 | 0.897    | 1.601 | 0.834    | 1.698 | 0.772    | 1.800 | 0.710    | 1.906 | 0.649    | 2.017 | 0.589     | 2.131 |
| 32  | 1.160    | 1.282 | 1.100    | 1.352 | 1.040    | 1.428 | 0.979    | 1.510 | 0.917    | 1.597 | 0.858    | 1.690 | 0.794    | 1.788 | 0.734    | 1.889 | 0.674    | 1.995 | 0.615     | 2.104 |
| 33  | 1.172    | 1.291 | 1.114    | 1.358 | 1.055    | 1.432 | 0.996    | 1.510 | 0.936    | 1.594 | 0.876    | 1.683 | 0.816    | 1.776 | 0.757    | 1.874 | 0.698    | 1.975 | 0.641     | 2.080 |
| 34  | 1.184    | 1.299 | 1.128    | 1.364 | 1.070    | 1.435 | 1.012    | 1.511 | 0.954    | 1.591 | 0.896    | 1.677 | 0.837    | 1.766 | 0.779    | 1.860 | 0.722    | 1.957 | 0.665     | 2.057 |
| 35  | 1.195    | 1.307 | 1.140    | 1.370 | 1.085    | 1.439 | 1.028    | 1.512 | 0.971    | 1.589 | 0.914    | 1.671 | 0.857    | 1.757 | 0.800    | 1.847 | 0.744    | 1.940 | 0.689     | 2.037 |
| 36  | 1.206    | 1.315 | 1.153    | 1.376 | 1.098    | 1.442 | 1.043    | 1.513 | 0.988    | 1.588 | 0.932    | 1.666 | 0.877    | 1.749 | 0.821    | 1.836 | 0.766    | 1.925 | 0.711     | 2.018 |
| 37  | 1.217    | 1.323 | 1.165    | 1.382 | 1.112    | 1.446 | 1.058    | 1.514 | 1.004    | 1.586 | 0.950    | 1.662 | 0.895    | 1.742 | 0.841    | 1.825 | 0.787    | 1.911 | 0.733     | 2.001 |
| 38  | 1.227    | 1.330 | 1.176    | 1.388 | 1.124    | 1.449 | 1.072    | 1.515 | 1.019    | 1.585 | 0.966    | 1.658 | 0.913    | 1.735 | 0.860    | 1.816 | 0.807    | 1.899 | 0.754     | 1.985 |
| 39  | 1.237    | 1.337 | 1.187    | 1.393 | 1.137    | 1.453 | 1.085    | 1.517 | 1.034    | 1.584 | 0.982    | 1.655 | 0.930    | 1.729 | 0.878    | 1.807 | 0.826    | 1.887 | 0.774     | 1.970 |
| 40  | 1.246    | 1.344 | 1.198    | 1.398 | 1.148    | 1.457 | 1.098    | 1.518 | 1.048    | 1.584 | 0.997    | 1.652 | 0.946    | 1.724 | 0.895    | 1.799 | 0.844    | 1.876 | 0.749     | 1.956 |
| 45  | 1.288    | 1.376 | 1.245    | 1.423 | 1.201    | 1.474 | 1.156    | 1.528 | 1.111    | 1.584 | 1.065    | 1.643 | 1.019    | 1.704 | 0.974    | 1.768 | 0.927    | 1.834 | 0.881     | 1.902 |
| 50  | 1.324    | 1.403 | 1.285    | 1.446 | 1.245    | 1.491 | 1.205    | 1.538 | 1.164    | 1.587 | 1.123    | 1.639 | 1.081    | 1.692 | 1.039    | 1.748 | 0.997    | 1.805 | 0.955     | 1.864 |
| 55  | 1.356    | 1.427 | 1.320    | 1.466 | 1.284    | 1.506 | 1.247    | 1.548 | 1.209    | 1.592 | 1.172    | 1.638 | 1.134    | 1.685 | 1.095    | 1.734 | 1.057    | 1.785 | 1.018     | 1.837 |
| 60  | 1.383    | 1.449 | 1.350    | 1.484 | 1.317    | 1.520 | 1.283    | 1.558 | 1.249    | 1.598 | 1.214    | 1.639 | 1.179    | 1.682 | 1.144    | 1.726 | 1.108    | 1.771 | 1.072     | 1.817 |
| 65  | 1.407    | 1.468 | 1.377    | 1.500 | 1.346    | 1.534 | 1.315    | 1.568 | 1.283    | 1.604 | 1.251    | 1.642 | 1.218    | 1.680 | 1.186    | 1.720 | 1.153    | 1.761 | 1.120     | 1.802 |
| 70  | 1.429    | 1.485 | 1.400    | 1.515 | 1.372    | 1.546 | 1.343    | 1.578 | 1.313    | 1.611 | 1.280    | 1.645 | 1.253    | 1.680 | 1.223    | 1.716 | 1.192    | 1.754 | 1.162     | 1.792 |
| 75  | 1.448    | 1.501 | 1.422    | 1.529 | 1.395    | 1.557 | 1.368    | 1.587 | 1.340    | 1.617 | 1.313    | 1.649 | 1.284    | 1.682 | 1.258    | 1.714 | 1.227    | 1.748 | 1.199     | 1.783 |
| 80  | 1.466    | 1.515 | 1.441    | 1.541 | 1.416    | 1.568 | 1.390    | 1.595 | 1.364    | 1.624 | 1.338    | 1.653 | 1.312    | 1.683 | 1.285    | 1.714 | 1.259    | 1.745 | 1.232     | 1.777 |
| 85  | 1.482    | 1.528 | 1.458    | 1.553 | 1.435    | 1.578 | 1.411    | 1.603 | 1.388    | 1.630 | 1.362    | 1.657 | 1.337    | 1.685 | 1.312    | 1.714 | 1.287    | 1.743 | 1.262     | 1.773 |
| 90  | 1.496    | 1.540 | 1.474    | 1.563 | 1.452    | 1.587 | 1.429    | 1.611 | 1.406    | 1.636 | 1.383    | 1.661 | 1.360    | 1.697 | 1.336    | 1.714 | 1.312    | 1.741 | 1.288     | 1.769 |
| 95  | 1.510    | 1.552 | 1.489    | 1.573 | 1.468    | 1.596 | 1.446    | 1.618 | 1.425    | 1.642 | 1.403    | 1.668 | 1.381    | 1.690 | 1.358    | 1.715 | 1.336    | 1.741 | 1.313     | 1.767 |
| 100 | 1.522    | 1.562 | 1.503    | 1.583 | 1.482    | 1.604 | 1.462    | 1.625 | 1.441    | 1.647 | 1.421    | 1.670 | 1.400    | 1.693 | 1.378    | 1.717 | 1.357    | 1.741 | 1.335     | 1.765 |
| 150 | 1.611    | 1.637 | 1.598    | 1.681 | 1.584    | 1.665 | 1.571    | 1.679 | 1.557    | 1.693 | 1.543    | 1.708 | 1.530    | 1.722 | 1.515    | 1.737 | 1.501    | 1.752 | 1.486     | 1.767 |
| 200 | 1.664    | 1.684 | 1.653    | 1.693 | 1.643    | 1.704 | 1.633    | 1.715 | 1.623    | 1.725 | 1.613    | 1.735 | 1.603    | 1.748 | 1.592    | 1.757 | 1.582    | 1.768 | 1.571     | 1.779 |



| n   | k' = 11 |       | k' = 12 |       | k' = 13 |       | k' = 14 |       | k' = 15 |       | k' = 16 |       | k' = 17 |       | k' = 18 |       | k' = 19 |       | k' = 20 |       |
|-----|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|     | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ | $d_1$   | $d_2$ |
| 16  | 0.080   | 3.446 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 17  | 0.084   | 3.288 | 0.053   | 3.506 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 18  | 0.113   | 3.148 | 0.078   | 3.358 | 0.047   | 3.357 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 19  | 0.145   | 3.023 | 0.102   | 3.227 | 0.067   | 3.420 | 0.043   | 3.601 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 20  | 0.178   | 2.914 | 0.131   | 3.109 | 0.092   | 3.297 | 0.081   | 3.474 | 0.038   | 3.639 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 21  | 0.212   | 2.817 | 0.162   | 3.004 | 0.119   | 3.185 | 0.084   | 3.358 | 0.055   | 3.521 | 0.036   | 3.671 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 22  | 0.246   | 2.729 | 0.194   | 2.909 | 0.148   | 3.084 | 0.109   | 3.252 | 0.077   | 3.412 | 0.050   | 3.562 | 0.032   | 3.700 | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 23  | 0.281   | 2.651 | 0.227   | 2.822 | 0.178   | 2.991 | 0.138   | 3.155 | 0.100   | 3.311 | 0.070   | 3.459 | 0.046   | 3.597 | 0.029   | 3.725 | —       | —     | —       | —     |
| 24  | 0.315   | 2.580 | 0.260   | 2.744 | 0.208   | 2.908 | 0.165   | 3.065 | 0.125   | 3.218 | 0.092   | 3.363 | 0.065   | 3.501 | 0.043   | 3.629 | 0.027   | 3.747 | —       | —     |
| 25  | 0.348   | 2.517 | 0.292   | 2.674 | 0.240   | 2.829 | 0.194   | 2.982 | 0.152   | 3.131 | 0.118   | 3.274 | 0.085   | 3.410 | 0.060   | 3.538 | 0.039   | 3.657 | 0.025   | 3.766 |
| 26  | 0.381   | 2.460 | 0.324   | 2.610 | 0.272   | 2.758 | 0.224   | 2.906 | 0.180   | 3.050 | 0.141   | 3.191 | 0.107   | 3.325 | 0.079   | 3.452 | 0.055   | 3.572 | 0.036   | 3.682 |
| 27  | 0.413   | 2.409 | 0.356   | 2.552 | 0.303   | 2.694 | 0.253   | 2.836 | 0.208   | 2.978 | 0.167   | 3.113 | 0.131   | 3.245 | 0.100   | 3.371 | 0.073   | 3.490 | 0.051   | 3.602 |
| 28  | 0.444   | 2.363 | 0.387   | 2.499 | 0.333   | 2.635 | 0.283   | 2.772 | 0.237   | 2.907 | 0.194   | 3.040 | 0.156   | 3.189 | 0.122   | 3.294 | 0.093   | 3.412 | 0.066   | 3.524 |
| 29  | 0.474   | 2.321 | 0.417   | 2.451 | 0.363   | 2.582 | 0.313   | 2.713 | 0.266   | 2.843 | 0.222   | 2.972 | 0.182   | 3.098 | 0.148   | 3.220 | 0.114   | 3.338 | 0.087   | 3.450 |
| 30  | 0.503   | 2.283 | 0.447   | 2.407 | 0.393   | 2.533 | 0.342   | 2.659 | 0.294   | 2.785 | 0.249   | 2.909 | 0.208   | 3.032 | 0.171   | 3.152 | 0.137   | 3.267 | 0.107   | 3.379 |
| 31  | 0.531   | 2.248 | 0.475   | 2.367 | 0.422   | 2.487 | 0.371   | 2.609 | 0.322   | 2.730 | 0.277   | 2.851 | 0.234   | 2.870 | 0.196   | 3.087 | 0.160   | 3.201 | 0.128   | 3.311 |
| 32  | 0.558   | 2.216 | 0.503   | 2.330 | 0.450   | 2.448 | 0.399   | 2.563 | 0.350   | 2.680 | 0.304   | 2.797 | 0.261   | 2.812 | 0.221   | 3.028 | 0.184   | 3.137 | 0.151   | 3.248 |
| 33  | 0.585   | 2.187 | 0.530   | 2.296 | 0.477   | 2.408 | 0.428   | 2.520 | 0.377   | 2.633 | 0.331   | 2.746 | 0.287   | 2.858 | 0.248   | 2.969 | 0.206   | 3.078 | 0.174   | 3.184 |
| 34  | 0.610   | 2.160 | 0.556   | 2.266 | 0.503   | 2.373 | 0.452   | 2.481 | 0.404   | 2.590 | 0.357   | 2.699 | 0.313   | 2.808 | 0.272   | 2.915 | 0.230   | 3.022 | 0.197   | 3.128 |
| 35  | 0.634   | 2.136 | 0.581   | 2.237 | 0.528   | 2.340 | 0.478   | 2.444 | 0.430   | 2.550 | 0.383   | 2.655 | 0.339   | 2.761 | 0.297   | 2.865 | 0.257   | 2.968 | 0.221   | 3.071 |
| 36  | 0.658   | 2.113 | 0.605   | 2.210 | 0.554   | 2.310 | 0.504   | 2.410 | 0.455   | 2.512 | 0.409   | 2.614 | 0.364   | 2.717 | 0.322   | 2.818 | 0.282   | 2.919 | 0.244   | 3.019 |
| 37  | 0.680   | 2.092 | 0.628   | 2.186 | 0.578   | 2.282 | 0.528   | 2.379 | 0.480   | 2.477 | 0.434   | 2.576 | 0.389   | 2.675 | 0.347   | 2.774 | 0.306   | 2.872 | 0.268   | 2.969 |
| 38  | 0.702   | 2.073 | 0.651   | 2.164 | 0.601   | 2.254 | 0.552   | 2.350 | 0.504   | 2.445 | 0.458   | 2.540 | 0.414   | 2.637 | 0.371   | 2.733 | 0.330   | 2.828 | 0.291   | 2.923 |
| 39  | 0.723   | 2.055 | 0.673   | 2.143 | 0.623   | 2.232 | 0.575   | 2.323 | 0.528   | 2.414 | 0.482   | 2.507 | 0.438   | 2.600 | 0.395   | 2.694 | 0.354   | 2.787 | 0.315   | 2.879 |
| 40  | 0.744   | 2.038 | 0.694   | 2.123 | 0.645   | 2.210 | 0.597   | 2.297 | 0.551   | 2.386 | 0.505   | 2.478 | 0.461   | 2.566 | 0.418   | 2.657 | 0.377   | 2.748 | 0.338   | 2.838 |
| 45  | 0.835   | 1.972 | 0.790   | 2.044 | 0.744   | 2.118 | 0.700   | 2.193 | 0.655   | 2.268 | 0.612   | 2.348 | 0.570   | 2.424 | 0.528   | 2.503 | 0.488   | 2.582 | 0.448   | 2.661 |
| 50  | 0.913   | 1.925 | 0.871   | 1.987 | 0.829   | 2.051 | 0.787   | 2.116 | 0.748   | 2.182 | 0.705   | 2.260 | 0.665   | 2.318 | 0.625   | 2.387 | 0.586   | 2.456 | 0.548   | 2.528 |
| 55  | 0.979   | 1.891 | 0.940   | 1.945 | 0.902   | 2.002 | 0.863   | 2.059 | 0.825   | 2.117 | 0.786   | 2.178 | 0.748   | 2.237 | 0.711   | 2.298 | 0.674   | 2.359 | 0.637   | 2.421 |
| 60  | 1.037   | 1.865 | 1.001   | 1.914 | 0.965   | 1.964 | 0.929   | 2.015 | 0.893   | 2.067 | 0.857   | 2.120 | 0.822   | 2.173 | 0.786   | 2.227 | 0.751   | 2.283 | 0.716   | 2.338 |
| 65  | 1.087   | 1.845 | 1.053   | 1.889 | 1.020   | 1.934 | 0.986   | 1.980 | 0.953   | 2.027 | 0.919   | 2.075 | 0.886   | 2.123 | 0.852   | 2.172 | 0.819   | 2.221 | 0.786   | 2.272 |
| 70  | 1.131   | 1.831 | 1.099   | 1.870 | 1.066   | 1.911 | 1.037   | 1.953 | 1.005   | 1.995 | 0.974   | 2.038 | 0.943   | 2.082 | 0.911   | 2.127 | 0.880   | 2.172 | 0.849   | 2.217 |
| 75  | 1.170   | 1.819 | 1.141   | 1.856 | 1.111   | 1.893 | 1.082   | 1.931 | 1.052   | 1.970 | 1.023   | 2.009 | 0.993   | 2.049 | 0.964   | 2.090 | 0.934   | 2.131 | 0.905   | 2.172 |
| 80  | 1.205   | 1.810 | 1.177   | 1.844 | 1.150   | 1.878 | 1.122   | 1.913 | 1.094   | 1.949 | 1.066   | 1.984 | 1.039   | 2.022 | 1.011   | 2.059 | 0.983   | 2.097 | 0.955   | 2.135 |
| 85  | 1.236   | 1.803 | 1.210   | 1.834 | 1.184   | 1.868 | 1.158   | 1.898 | 1.132   | 1.931 | 1.106   | 1.965 | 1.080   | 1.999 | 1.053   | 2.033 | 1.027   | 2.068 | 1.000   | 2.104 |
| 90  | 1.264   | 1.798 | 1.240   | 1.827 | 1.215   | 1.858 | 1.191   | 1.888 | 1.166   | 1.917 | 1.141   | 1.948 | 1.116   | 1.979 | 1.091   | 2.012 | 1.066   | 2.044 | 1.041   | 2.077 |
| 95  | 1.290   | 1.793 | 1.267   | 1.821 | 1.244   | 1.848 | 1.221   | 1.878 | 1.197   | 1.908 | 1.174   | 1.934 | 1.150   | 1.963 | 1.126   | 1.993 | 1.102   | 2.023 | 1.079   | 2.054 |
| 100 | 1.314   | 1.790 | 1.292   | 1.816 | 1.270   | 1.841 | 1.248   | 1.868 | 1.225   | 1.895 | 1.203   | 1.922 | 1.191   | 1.949 | 1.158   | 1.977 | 1.136   | 2.006 | 1.113   | 2.034 |
| 150 | 1.473   | 1.783 | 1.458   | 1.799 | 1.444   | 1.814 | 1.429   | 1.830 | 1.414   | 1.847 | 1.400   | 1.863 | 1.385   | 1.880 | 1.370   | 1.897 | 1.355   | 1.913 | 1.340   | 1.931 |
| 200 | 1.561   | 1.791 | 1.550   | 1.801 | 1.539   | 1.813 | 1.528   | 1.824 | 1.518   | 1.836 | 1.507   | 1.847 | 1.495   | 1.860 | 1.484   | 1.871 | 1.474   | 1.883 | 1.462   | 1.896 |

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: Sevin and White, op. cit., by permission of Econometric Society.



[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 4872**

**H**

**Unique Paper Code : 2272202401**

**Name of the Paper : Intermediate Macroeconomics  
I: Foundations of Aggregate  
Income Determination**

**Name of the Course : B.A. (Prog.)**

**Semester : IV**

**Duration : 3 Hours Maximum Marks : 90**

**समय : 3 घण्टे पूर्णांक : 90**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any 5 questions from **Section A** and any 5 questions from **Section B**. Clearly indicate the section when answering any question.
3. All questions in **Section A** carry 6 marks each, and all questions in **Section B** carry 12 marks each.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. खंड ए से कोई भी 5 प्रश्न और खंड बी से कोई भी 5 प्रश्न हल करें। किसी भी प्रश्न का उत्तर देते समय खण्ड को स्पष्ट रूप से इंगित करें।
3. खंड ए के सभी प्रश्न 6 अंक के हैं, और खंड बी के सभी प्रश्न 12 अंक के हैं।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

### SECTION A

#### खण्ड ए

1. How is simultaneous equilibrium determined in the goods and money markets? Illustrate with the help of IS-LM curves.

वस्तु और मुद्रा बाजारों में समकालिक संतुलन किस प्रकार निर्धारित होता है? आईएस-एलएम वक्रों (IS-LM curves) की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



2. What do you understand by the crowding out of private investment? Show diagrammatically how accommodating monetary policy can prevent it.

निजी निवेश के खत्म होने से आप क्या समझते हैं? आरेखीय रूप से दिखाइये कि अनुकूल मौद्रिक नीति इसे कैसे रोक सकती है।

3. How are the equilibrium real wages and unemployment determined in an economy?

किसी अर्थव्यवस्था में वास्तविक मजदूरी और बेरोजगारी संतुलन कैसे निर्धारित होते हैं?

4. What are the short-run and medium-run effects of an expansionary monetary policy?

विस्तारवादी मौद्रिक नीति के अल्पकालीन और मध्यावधि प्रभाव क्या होते हैं?

5. Explain the rational expectations theory of inflation.

मुद्रास्फीति के तर्कसंगत अपेक्षा सिद्धांत की व्याख्या कीजिए।

6. Explain the mutual relationship between consumption, saving and interest rate. Discuss how far the empirical evidence supports the relationship.

उपभोग, बचत और ब्याज दर के पारस्परिक संबंध को स्पष्ट कीजिए।  
विचार-विमर्श कीजिए कि अनुभवजन्य साक्ष्य संबंध का कितना समर्थन करते हैं।

7. How is investment related to conditions in the stock market?

निवेश का शेयर बाजार की स्थितियों से क्या संबंध है?

## SECTION B

### खण्ड बी

1. How is the slope and position of the LM curve determined? Show the shifts in the LM curve in response to contractionary monetary policy.

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



एलएम वक्र की प्रवणता (स्लोप) तथा स्थिति कैसे निर्धारित की जाती है? संकुचनकारी मौद्रिक नीति के प्रत्युत्तर में एलएम वक्र में बदलाव दिखाइये।

2. Consider an economy

$$C = 40 + 0.75 (Y - T)$$

$$T = 80$$

$$I = 140 - 10i$$

$$G = 100$$

$$L = 0.2Y - 5i$$

$$M/P = 85$$

where  $C$  is consumption,  $Y$  is national income,  $T$  is lump-sum tax,  $I$  is investment,  $i$  is interest rate,  $G$  is government expenditure,  $L$  is real money demand and  $M/P$  is real money supply.

Obtain the equations of the IS and LM curves. Also, find the equilibrium output and rate of interest for this economy.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

एक अर्थव्यवस्था पर विचार कीजिए :

$$C = 40 + 0.75 (Y - T)$$

$$T = 80$$

$$I = 140 - 10i$$

$$G = 100$$

$$L = 0.2Y - 5i$$

$$M/P = 85$$

C उपभोग है, Y राष्ट्रीय आय है, T एकमुश्त कर है, I निवेश है, i ब्याज की दर है, G सरकारी व्यय है, L वास्तविक मुद्रा की मांग है और M/P वास्तविक मुद्रा की आपूर्ति है।

आईएस-एलएम वक्रों (IS-LM curves) के समीकरण ज्ञात कीजिए। साथ ही, इस अर्थव्यवस्था के लिए संतुलन उत्पादन और ब्याज दर ज्ञात कीजिए।

3. Examine the different ways in which wages may be set in an economy. Obtain the wage-setting relation.



उन विभिन्न तरीकों की जाँच कीजिए जिनमें किसी अर्थव्यवस्था में मजदूरी निर्धारित की जा सकती है। वेज सेटिंग रिलेशन (wage-setting relation) प्राप्त कीजिए।

4. Derive the aggregate demand curve. Show the shifts of the curve corresponding to the decrease in government spending and increase in the nominal money supply.

कुल माँग वक्र व्युत्पन्न कीजिए। सरकारी व्यय में कमी तथा मुद्रा पूर्ति में नाममात्र की वृद्धि के तदनुरूप वक्र के परिवर्तन दिखाइये।

5. Explain the relationship between the inflation rate and the unemployment rate using the Philips curve and the expectations augmented Philips curve.

फिलिप्स वक्र और प्रत्याशाओं द्वारा संवर्धित फिलिप्स वक्र का उपयोग करके मुद्रास्फीति दर और बेरोजगारी दर के बीच संबंध की व्याख्या कीजिए।

6. Discuss the main determinants of the desired capital stock. Outline the effects of fiscal policy on the desired capital stock.

वाञ्छित पूँजी स्टॉक के मुख्य निर्धारकों की विवेचना कीजिए।  
वाञ्छित पूँजी स्टॉक पर राजकोषीय नीति के प्रभावों को रेखांकित कीजिए।

7. Explain the permanent-income theory of consumption.  
Compare and contrast it with the life cycle hypothesis.

उपभोग के स्थायी आय सिद्धांत की व्याख्या कीजिए। जीवन चक्र परिकल्पना के साथ इसकी तुलना और विषमता तुलना तुलना कीजिए।



[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 4893**

**H**

**Unique Paper Code : 2272202401**

**Name of the Paper : Intermediate Macroeconomics  
I: Foundations of Aggregate  
Income Determination**

**Name of the Course : B.A. (Prog.)**

**Semester : IV**

**Duration : 3 Hours Maximum Marks : 90**

**समय : 3 घण्टे**

**पूर्णांक : 90**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any 5 questions from **Section A** and any 5 questions from **Section B**. Clearly indicate the section when answering any question.
3. All questions in **Section A** carry 6 marks each, and all questions in **Section B** carry 12 marks each.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए ।
2. खंड ए से कोई भी 5 प्रश्न और खंड बी से कोई भी 5 प्रश्न हल करें। किसी भी प्रश्न का उत्तर देते समय खण्ड को स्पष्ट रूप से इंगित करें ।
3. खंड ए के सभी प्रश्न 6 अंक के हैं, और खंड बी के सभी प्रश्न 12 अंक के हैं ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

## SECTION A

## खण्ड ए

1. What does the IS curve show? "A higher marginal propensity to consume makes the IS curve flatter". Do you agree?

आईएस वक्र क्या दर्शाता है? "उपभोग करने की उच्च सीमांत प्रवृत्ति आईएस वक्र को समतल बनाती है"। क्या आप सहमत हैं?

जी. महाविद्यालय पुस्तकालय  
J. COLLEGE LIBRARY



2. What is the liquidity trap? Is there any crowding out of private investment if the government uses expansionary fiscal policy when the economy is in the liquidity trap? Explain.

लिक्विडिटी ट्रेप क्या है? जब अर्थव्यवस्था तरलता जाल में फंसी हो तो क्या सरकार विस्तारवादी राजकोषीय नीति का उपयोग करती है तो क्या निजी निवेश में कोई कमी आती है? व्याख्या कीजिए।

3. Assuming that the actual price level in the economy is equal to the expected price level, explain how unemployment is determined in the economy.

यह मानते हुए कि अर्थव्यवस्था में वास्तविक कीमत स्तर अपेक्षित कीमत स्तर के बराबर है, समझाइए कि अर्थव्यवस्था में बेरोजगारी कैसे निर्धारित होती है।

4. What happens to the aggregate demand (AD) curve in the economy if investor confidence in the economy improves?

यदि अर्थव्यवस्था में निवेशकों का विश्वास सुधरता है तो अर्थव्यवस्था में समग्र माँग वक्र का क्या होगा?

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

5. Briefly explain the difference between the Philips curve and the expectations augmented Philips curve.

फिलिप्स वक्र और प्रत्याशाओं द्वारा संवर्धित फिलिप्स वक्र के बीच के अंतर को संक्षेप में समझाइए।

6. Explain the concept of buffer stock saving. Discuss how far the empirical evidence provides support for buffer stock saving.

बफर स्टॉक बचत की अवधारणा को समझाइए। चर्चा कीजिए कि अनुभवजन्य साक्ष्य बफर स्टॉक बचत के लिए कितनी सहायता प्रदान करते हैं।

7. Explain the concepts of anticipated and unanticipated inventory investment. How are these related to aggregate demand?

प्रत्याशित और अप्रत्याशित इन्वेंट्री निवेश की अवधारणाओं की व्याख्या कीजिए। ये समय माँग से किस प्रकार संबंधित हैं?



## SECTION B

## खण्ड बी

1. Using IS-LM analysis explain the crowding out of private investment when the government increases its expenditure to stimulate the economy. What can the government do to prevent this crowding out?

आईएस-एलएम विश्लेषण का उपयोग करते हुए जब सरकार अर्थव्यवस्था को प्रोत्साहित करने के लिए अपना व्यय बढ़ाती है तो निजी निवेश के बाहर होने की व्याख्या कीजिए। इस कमी को रोकने के लिए सरकार क्या कर सकती है?

2. Consider an economy

$$C = 0.8Y_D$$

$$T = 1000$$

$$I = 800 - 20i$$

$$G = 1000$$

$$L = 0.4Y - 40i$$

$$M/P = 1200$$

where  $C$  is consumption,  $Y_d$  is disposable income,  $T$  is lump-sum tax,  $I$  is investment,  $i$  is interest rate,  $G$  is government expenditure,  $L$  is real money demand and  $M/P$  is real money supply.

Derive the IS and LM equations and the equilibrium of this economy.

एक अर्थव्यवस्था पर विचार कीजिए :

$$C = 0.8Y_D$$

$$T = 1000$$

$$I = 800 - 20i$$

$$G = 1000$$

$$L = 0.4Y - 40i$$

$$M/P = 1200$$

जहाँ  $C$  उपभोग है,  $Y_D$  डिस्पोजेबल आय है,  $T$  एकमुश्त कर है,  $I$  निवेश है,  $i$  ब्याज की दर है,  $G$  सरकारी व्यय है,  $L$  वास्तविक धन कीमांग है और  $M/P$  वास्तविक मुद्रा की आपूर्ति है।

आईएस और एलएम समीकरणों और इस अर्थव्यवस्था के संतुलन को प्राप्त कीजिए।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



3. If workers become more unionized, what happens to the natural rate of employment and the natural rate of output in the economy?

यदि श्रमिक अधिक संघबद्ध हो जाते हैं, तो रोजगार की प्राकृतिक दर और अर्थव्यवस्था में उत्पादन की प्राकृतिक दर का क्या होता है?

4. Suppose that the economy is in medium-run equilibrium, that is, the actual price is equal to the expected price. If the Central Bank carries out a monetary contraction, what happens in the short-run and the medium-run/long-run equilibriums?

मान लीजिए कि अर्थव्यवस्था मध्यम अवधि के संतुलन में है, यानी वास्तविक कीमत अपेक्षित कीमत के बराबर है। यदि केंद्रीय बैंक मौद्रिक संकुचन करता है, तो अल्पावधि और मध्यम अवधि/दीर्घकालिक संतुलन में क्या होता है?

5. Explain the relationship between the inflation rate and the unemployment rate. How does the degree of indexation of wages affect the above relationship?

मुद्रास्फीति दर और बेरोजगारी दर के बीच संबंध स्पष्ट कीजिए। मजदूरी के अनुक्रमण स्तर उपरोक्त संबंध को कैसे प्रभावित करता है?

6. (a) Explain the q-theory of investment.

(b) Explain the determinants of the desired capital stock.

(क) निवेश के क्यू-सिद्धांत की व्याख्या कीजिए।

(ख) वांछित पूंजी स्टॉक के निर्धारकों की व्याख्या कीजिए।

7. Explain the Life-cycle theory of consumption with the help of a numerical example.

संख्यात्मक उदाहरण की सहायता से उपभोग के जीवन-चक्र सिद्धांत की व्याख्या कीजिए।



(2)  
[This question paper contains 16 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 4956**

**H**

Unique Paper Code : 2272201201

Name of the Paper : Introductory Macroeconomics

Name of the Course : **B.A. (Prog)**

Semester : II

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

समय : 3 घण्टे

पूर्णांक : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any **five** questions.
3. **All** questions carry equal marks.
4. Use of a simple calculator is allowed.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए ।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं ।
4. साधारण कैलकुलेटर उपयोग की अनुमति है ।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. (a) True or false. Explain

(i) Charitable donations made by businesses are included while measuring Gross Domestic Product (GDP) using the income approach.

(ii) Interest paid by the Government on national debt is not included in GDP, but is included in Private Disposable Income. (6)

(b) (i) Define "money multiplier".

(ii) What is the money multiplier for an economy where " $\theta$ " measures the reserve ratio and " $c$ " measures the fixed proportion of money that people hold in the form of currency (derivation is not required).

कलिंदी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



(iii) *"An increase in  $\theta$ " and/or an increase in "c" reduce(s) the money multiplier.."* Do you agree. Explain. (6)

(c) *"The higher is the responsiveness of demand for real balances to changes in the rate of interest the more effective is an increase in Government expenditure in raising output."* Do you agree in the context of the IS-LM model. Explain using diagrams. (6)

2. (a) The higher is the income velocity of money, the lower is the fraction of nominal income that people desire to hold as money. Explain using the Quantity Theory of Money. (6)

(b) Explain how the following transactions would enter India's Balance of Payments Accounts. Give the offsetting transactions too.

(i) A company located in India imports machinery worth of ₹5 crores from Germany and transfers ₹5 crores to the German Company's (Exporter) account.

(ii) A Non-Resident Indian working in United Kingdom sends ₹5 Lacs to her family residing in Jammu. (6)

- (c) Explain what is the liquidity trap? Consider an economy that is experiencing a liquidity trap, discuss how monetary and fiscal policies will work in this economy using diagrams. (6)

3. Given the following information

$$C = 0.6[(1-t) Y]$$

$$t = 0.20$$

$$I = 1000 - 80i$$

$$G = 2000$$

$$L = 0.3Y$$

$$M/P = 900$$

(Income (Y), Disposable Income ( $Y^D$ ) Consumption (C), Investment (I), Government expenditure on goods and services (G), (M/P) real money supply and (L) demand for real money balance are measured in billions and the rate of interest (i) is measured as a percentage)

- (i) Define the IS curve and arrive at the equation of the IS line.
- (ii) Define the LM curve and arrive at the equation of the LM line.



- (iii) Find the equilibrium income and rate of interest.
- (iv) Which special case does the LM line represent? Explain.
- (v) Find the new equilibrium income and rate of interest if the money supply reduces to 810.
- (vi) Find the new equilibrium if the government expenditure increases to 2500 (with the real money supply at 900). (18)

4. (a) Consider the "uses-of-saving identity"

$$S_{pvt} = I + (-S_{govt}) + CA$$

Where,  $S_{pvt}$  = Private Saving

$I$  = Investment

$S_{govt}$  = Government saving

$CA$  = Current Account Surplus

Explain how investment, Government dis-saving and Current account surplus represent uses of private saving? (6)

- (b) The following equations describe an economy where  $C$ ,  $I$ ,  $G$  etc. are being measured in billions.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

$$C = 1000 + 0.8(Y-T)$$

$$T = 100$$

$$I = 1000$$

$$G = 4000$$

- (i) Find the equilibrium output and the budget surplus of the Government.
- (ii) Calculate the equilibrium output and the budget surplus if an income tax is imposed at the rate of 20%.
- (iii) Find the full employment budget surplus if full employment output is 25000, with an income tax of 20%, government expenditure of 4000 and lump-sum taxes of 100.
- (iv) Calculate the cyclical component of the Budget. (12)

5. (a) *"If the government increases purchases of goods and services in the Classical Model and finances this expenditure by borrowing, employment and output remains unchanged. However, the rate of interest rises and consumption expenditure and investment decline."* Do you agree? Explain using diagrams.



(b) Given that

Money Supply ( $M^S$ ) = \$ 1000 and income (\$Y) = \$50,000. The rate of interest ( $i$ ) is measured as a

percentage. Money demand ( $M^D$ ) =  $\frac{0.1(\$Y)}{i}$ .

(i) Find the equilibrium rate of interest and show it diagrammatically.

(ii) If the rate of interest is 2%, how does the system move towards the equilibrium?

(iii) If the income increases by \$ 60,000 then what is the new equilibrium rate of interest. Show it diagrammatically.

(iv) If the income increases by \$ 60000 and the Central Bank does not want the rate of interest [as found in part (i)] to change, then by how much should the Central Bank change the money supply? Illustrate diagrammatically. (12)

6. (a) How will an increase in labour supply (outward shift of the labour supply curve) impact the Aggregate Supply curve in the Classical Model?

What happens to the full employment level of output and the price level? Explain using Labour demand and Labour supply as functions of the real wage rate. (Use diagrams). (6)

(b) "As price level rises along the AD curve, the rate of interest also rises" in the context of the IS-LM model. Do you agree? Explain while giving diagrams. (6)

(c) Consider the following information on base year output and prices and current years' output and prices

| Goods | BASE YEAR |           | CURRENT YEAR |           |
|-------|-----------|-----------|--------------|-----------|
|       | Quantity  | Price (₹) | Quantity     | Price (₹) |
| A     | 20        | 100       | 25           | 100       |
| B     | 45        | 200       | 45           | 350       |
| C     | 30        | 300       | 35           | 250       |

(i) Calculate nominal GDP in the current year and the base year. Calculate the rate of growth.



- (ii) Calculate the real GDP in the current year and the Base year. Calculate the rate of growth in the real GDP.
- (iii) By what percentage does price level change from the base year to the current year if you use the GDP deflator (approximate to two decimal places)?

(6)

1 (क) सत्य या असत्य। स्पष्ट कीजिए।

(i) आय दृष्टिकोण का उपयोग करके सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी) को मापते समय व्यवसायों द्वारा किए गए धर्मार्थ दान को शामिल किया जाता है।

(ii) राष्ट्रीय ऋण पर सरकार द्वारा दिया गया ब्याज जीडीपी में शामिल नहीं है, लेकिन निजी प्रयोज्य आय में शामिल है।

(6)

(ख) (i) “धन गुणक” को परिभाषित कीजिए।

(ii) एक अर्थव्यवस्था के लिए धन गुणक क्या है जहाँ “ $\theta$ ” आरक्षित अनुपात को मापता है और “ $c$ ” लोगों द्वारा मुद्रा के रूप में रखे गए धन के निश्चित अनुपात को मापता है (व्युत्पन्न की आवश्यकता नहीं है)।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

P.T.O.

KALINDI COLLEGE LIBRARY

(iii) "0" में वृद्धि और धन "c" में वृद्धि धन गुणक को कम करती है।" क्या आप सहमत हैं। स्पष्ट कीजिए।

(6)

(ग) "ब्याज दर में परिवर्तन के लिए वास्तविक शेष राशि की मांग की प्रतिक्रियाशीलता जितनी अधिक होगी, उत्पादन बढ़ाने में सरकारी व्यय में वृद्धि उतनी ही अधिक प्रभावी होगी।" क्या आप IS-LM मॉडल के संदर्भ में सहमत हैं। आरेखों का उपयोग करके स्पष्ट कीजिए।

(6)

2. (क) धन की आय वेग जितनी अधिक होती है, नाममात्र आय का वह अंश उतना ही कम होता है जिसे लोग धन के रूप में रखना चाहते हैं। धन के परिमाण सिद्धांत का उपयोग करके समझाइए।

(6)

(ख) समझाइए कि निम्नलिखित लेन-देन भारत के भुगतान संतुलन खातों में कैसे प्रवेश कीजिएगे। ऑफसेटिंग लेन-देन भी बताइए।

(i) भारत में स्थित एक कंपनी जर्मनी से ₹5 करोड़ मूल्य की मशीनरी आयात करती है और ₹5 करोड़ जर्मन कंपनी (निर्यातक) के खाते में भेज देती है।

(ii) यूनाइटेड किंगडम में काम करने वाला एक अनिवासी भारतीय जम्मू में रहने वाले अपने परिवार को ₹5 लाख भेजता है।

(6)



- (ग) समझाइए कि तरलता जाल क्या है? एक ऐसी अर्थव्यवस्था पर विचार कीजिए जो तरलता जाल का अनुभव कर रही है, चर्चा कीजिए कि इस अर्थव्यवस्था में मौद्रिक और राजकोषीय नीतियाँ आरक्षकों का उपयोग करके कैसे काम कीजिएगी। (6)

3. निम्नलिखित जानकारी दी गई है

$$C = 0.6[(1-t) Y]$$

$$t = 0.20$$

$$I = 1000 - 80i$$

$$G = 2000$$

$$L = 0.3Y$$

$$M/P = 900$$

(आय (Y), प्रयोज्य आय ( $Y^D$ ) उपभोग (C), निवेश (I), वस्तुओं और सेवाओं पर सरकारी व्यय (G), (M/P) वास्तविक मुद्रा आपूर्ति और (L) वास्तविक मुद्रा शेष की मांग को अरबों में मापा जाता है और ब्याज दर (i) को प्रतिशत के रूप में मापा जाता है)

- (i) IS वक्र को परिभाषित कीजिए और IS रेखा के समीकरण पर

निकालिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

- (ii) LM वक्र को परिभाषित कीजिए और LM रेखा के समीकरण पर निकालिए।
- (iii) संतुलन आय और ब्याज दर ज्ञात कीजिए।
- (iv) LM रेखा किस विशेष मामले का प्रतिनिधित्व करती है। व्याख्या कीजिए।
- (v) यदि मुद्रा आपूर्ति 810 तक कम हो जाती है तो नई संतुलन आय और ब्याज दर ज्ञात कीजिए।
- (vi) यदि सरकारी व्यय 2500 तक बढ़ जाता है (वास्तविक मुद्रा आपूर्ति 900 पर) तो नया संतुलन ज्ञात कीजिए। (18)

4. (क) "सेविंग आइडेण्टिटी के उपयोग" पर विचार कीजिए।

$$S_{pvt} = I + (-S_{govt}) + CA$$

जहाँ,  $S_{pvt}$  = निजी बचत

$I$  = निवेश

$S_{govt}$  = सरकारी बचत

$CA$  = चालू खाता अधिशेष

बताएं कि निवेश, सरकारी विनिवेश और चालू खाता अधिशेष किस प्रकार निजी बचत के उपयोगों को दर्शाते हैं? (6)



(ख) निम्नलिखित समीकरण एक अर्थव्यवस्था का वर्णन करते हैं जहां

C, I, G आदि को बिलियन में मापा जा रहा है।

$$C = 1000 + 0.8(Y-T)$$

$$T = 100$$

$$I = 1000$$

$$G = 4000$$

(i) सरकार का संतुलन उत्पादन और बजट अधिशेष ज्ञात कीजिए।

(ii) यदि आयकर 20% की दर से लगाया जाता है, तो संतुलन उत्पादन और बजट अधिशेष की गणना कीजिए।

(iv) यदि पूर्ण रोजगार उत्पादन 25000 है, जिसमें आयकर 20%, सरकारी व्यय 4000 और एकमुश्त कर 100 है, तो पूर्ण रोजगार बजट अधिशेष ज्ञात कीजिए।

(v) बजट के चक्रीय घटक की गणना कीजिए।

(12)

5. (क) "यदि सरकार क्लासिकल मॉडल में वस्तुओं और सेवाओं की स्वीकृति बढ़ाती है और इस व्यय को उधार लेकर वित्तपोषित करती है, तो रोजगार और उत्पादन अपरिवर्तित रहता है। हालाँकि, ब्याज दर बढ़ जाती है और उपभोग व्यय और निवेश में गिरावट आती है।" क्या आप सहमत हैं? आरेखों का उपयोग करके समझाएँ। (6)

(ख) दिया गया है कि

धन की आपूर्ति ( $M^S$ ) = \$ 1000 और आय ( $Y$ ) = \$50,000. ब्याज दर ( $i$ ) को प्रतिशत के रूप में मापा जाता

$$\text{है। धन की मांग } (M^D) = \frac{0.1(Y)}{i}$$

(i) ब्याज की संतुलन दर ज्ञात कीजिए और इसे आरेखीय रूप से दर्शाए।

(ii) यदि ब्याज की दर 2% है, तो प्रणाली संतुलन की ओर कैसे बढ़ती है?

(iii) यदि आय में \$ 60,000 की वृद्धि होती है, तो ब्याज की नई संतुलन दर क्या है। इसे आरेखीय रूप से दर्शाइये।



(iv) यदि आय में \$ 60000 की वृद्धि होती है और केंद्रीय बैंक ब्याज दर रखेगा कि भाग (i) में पाया गया है, में परिवर्तन नहीं करना चाहता है, तो केंद्रीय बैंक को मुद्रा आपूर्ति में कितना परिवर्तन करना चाहिए? आरेखीय रूप से दर्शाएँ। (12)

6. (क) श्रम आपूर्ति में वृद्धि (श्रम आपूर्ति वक्र का बाहरी बदलाव) शास्त्रीय मॉडल में समग्र आपूर्ति वक्र को कैसे प्रभावित करेगी? उत्पादन के पूर्ण रोजगार स्तर और मूल्य स्तर का क्या होता है? वास्तविक मजदूरी दर के कार्यों के रूप में श्रम मांग और श्रम आपूर्ति का उपयोग करके समझाइये। (आरेखों का उपयोग कीजिए)। (6)

(ख) आईएस-एलएम मॉडल के संदर्भ में "जैसे-जैसे  $AD$  वक्र के साथ मूल्य स्तर बढ़ता है, ब्याज दर भी बढ़ती है"। क्या आप सहमत हैं? आरेख देते हुए समझाइये। (6)

(ग) आधार वर्ष के उत्पादन और कीमतों और चालू वर्ष के उत्पादन और कीमतों पर निम्नलिखित जानकारी पर विचार कीजिए

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

| सामान | आधार वर्ष |          | वर्तमान वर्ष |          |
|-------|-----------|----------|--------------|----------|
|       | मात्रा    | कीमत (₹) | मात्रा       | कीमत (₹) |
| A     | 20        | 100      | 25           | 100      |
| B     | 45        | 200      | 45           | 350      |
| C     | 30        | 300      | 35           | 250      |

- (i) चालू वर्ष और आधार वर्ष में नॉमिनल जीडीपी की गणना कीजिए। विकास दर की गणना कीजिए।
- (ii) चालू वर्ष और आधार वर्ष में वास्तविक जीडीपी की गणना कीजिए। वास्तविक जीडीपी में विकास दर की गणना कीजिए।
- (iii) यदि आप जीडीपी डिफ्लेटर (लगभग दो दशमलव स्थानों तक) का उपयोग करते हैं तो आधार वर्ष से चालू वर्ष तक मूल्य स्तर में कितने प्रतिशत का परिवर्तन होता है?

(6)



[This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2131**

**H**

**Unique Paper Code : 62417601**

**Name of the Paper : Contemporary Policy and Institutional Framework**

**Name of the Course : BA Programme (CBCS)**

**Semester : VI**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any five questions.
3. All questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or in Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. किन्हीं पाँच प्रश्नों का उत्तर दीजिए।

कालिन्दा महाविद्यालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में लिखे जा सकते हैं; लेकिन पूरे समय एक ही माध्यम का उपयोग किया जाना चाहिए।

1. What are the objectives of Micro, Small & Medium enterprises Development Act (MSMED Act) 2006? Explain the main provisions regarding promotion & development of the MSMEs in India.

सूक्ष्म, लघु और मध्यम उद्यम विकास अधिनियम (MSMED अधिनियम) 2006 के उद्देश्य क्या हैं? भारत में एमएसएमई के प्रचार और विकास से संबंधित मुख्य प्रावधानों की व्याख्या कीजिए।

2. Seema wants to start a new business enterprise but she does not know about the various government schemes for SMEs development. Guide her & explain the major government schemes for startups & SMEs development.

सीमा एक नया व्यावसायिक उद्यम शुरू करना चाहती है लेकिन वह एसएमई विकास के लिए विभिन्न सरकारी योजनाओं के बारे में नहीं जानती है। उसका मार्गदर्शन कीजिए और स्टार्टअप और एसएमई विकास के लिए प्रमुख सरकारी योजनाओं के बारे में बताएं।



3. Globalization has proved to be a mixed blessing for the Indian MSMEs. Is it true? Justify your answer with the help of some examples.

वैश्वीकरण भारतीय एमएसएमई के लिए एक मिश्रित वरदान साबित हुआ है। क्या यह सच है? कुछ उदाहरणों की सहायता से अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

4. (a) What are the main objectives of state financial corporation (SFC)?

(b) Discuss various services offered by NABARD.

(ए) राज्य वित्तीय निगम द्वारा दी जाने वाली विभिन्न सेवाओं पर चर्चा कीजिए।

(बी) नाबार्ड द्वारा दी जाने वाली विभिन्न सेवाओं पर चर्चा कीजिए।

5. What are the different industrial & labour laws applicable for MSMEs in India. Discuss the objectives and salient provisions of industrial & labour law applicable to MSMEs.

भारत में एमएसएमई के लिए लागू विभिन्न औद्योगिक और श्रम कानून क्या हैं? एमएसएमई पर लागू औद्योगिक और श्रम कानून के उद्देश्यों और मुख्य प्रावधानों पर चर्चा कीजिए।

6. Define wages according to Wages Act 1948. Discuss the objectives of this Act. What are the permissible deductions from wages according to Wages Act 1948.

वेतन अधिनियम 1948 के अनुसार मजदूरी को परिभाषित कीजिए। इस अधिनियम के उद्देश्यों पर चर्चा कीजिए। वेतन अधिनियम 1948 के अनुसार वेतन से अनुमेय कटौती क्या हैं?

7. Short note - (any two)

1. Laws related to women & child workers.
2. Support for enhancing marketing, production & export performance.
3. Liberalization
4. SIDBI

संक्षिप्त टिप्पणी - (कोई दो)

1. महिला एवं बाल श्रमिकों से संबंधित कानून।
2. विपणन, उत्पादन और निर्यात प्रदर्शन को बढ़ाने के लिए समर्थन।
3. उदारीकरण
4. सिडबी



23

[This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2218**

**H**

**Unique Paper Code : 62417601**

**Name of the Paper : Contemporary Policy and  
Institutional Framework**

**Name of the Course : BA Programme (CBCS)**

**Semester : VI**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt **any five** questions.
3. **All** questions carry equal marks.
4. Answers may be written in English or in Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. सभी प्रश्नों का प्रयास करें।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में लिखे जा सकते हैं; लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का उपयोग किया जाना चाहिए।

1. What is Micro, Small & Medium enterprise development Act (MSMED Act)? How is MSME (Manufacturing) different from MSME (service)? Also explain the challenges faced by MSMEs.

सूक्ष्म, लघु एवं मध्यम उद्यम विकास अधिनियम (MSMED अधिनियम) क्या है? एमएसएमई (विनिर्माण) एमएसएमई (सेवा) से किस प्रकार भिन्न है? एमएसएमई के समक्ष आने वाली चुनौतियों के बारे में भी बताएं।

2. Comment upon the changing context of MSMEs in the era of liberalization.

उदारीकरण के युग में एमएसएमई के बदलते संदर्भ पर टिप्पणी कीजिए।



3. Ms. Neetu wants to start a manufacturing activity but she does not know about the various acts applicable on her business activity. Help her & briefly explain the important industrial labour laws which she must know.

सुश्री नीतू एक विनिर्माण गतिविधि शुरू करना चाहती हैं लेकिन वह अपनी व्यावसायिक गतिविधि पर लागू विभिन्न अधिनियमों के बारे में नहीं जानती हैं। उनकी मदद कीजिए और महत्वपूर्ण औद्योगिक श्रम कानूनों के बारे में संक्षेप में बताइये जिनके बारे में उन्हें जानना चाहिए।

4. Discuss various way and means of accessing the Government helps in developing the promotional programs for the small scale sector in India.

भारत में लघु उद्योग क्षेत्र के लिए प्रचार कार्यक्रमों को विकसित करने में सरकार तक पहुंचने के विभिन्न तरीकों और साधनों पर चर्चा कीजिए।

5. What are the different types of financial & non financial incentives. Also discuss types of monetary incentives in detail.

विभिन्न प्रकार के वित्तीय और गैर-वित्तीय प्रोत्साहन क्या हैं। मौद्रिक प्रोत्साहन के प्रकारों पर भी विस्तार से चर्चा कीजिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

6. Discuss the various roles & objectives of District Industries Centers (DIC).

जिला उद्योग केंद्रों (डीआईसी) की विभिन्न भूमिकाओं और उद्देश्यों पर चर्चा कीजिए।

7. Short notes- (any two)

1. SFC (State financial corporation)
2. NIESBUD
3. Lease financing
4. Globalization

संक्षिप्त टिप्पणियाँ- (कोई दो)

1. एसएफसी (राज्य वित्तीय निगम)
2. नीसबुड
3. पट्टा वित्तपोषण
4. वैश्वीकरण



(24)

[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 4936**

**H**

Unique Paper Code : 2272201201

Name of the Paper : Introductory Macroeconomics

Name of the Course : **B.A. (Prog.) Economics  
(Major and Non-Major)  
(DSC)**

Semester : II

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. There are **eight** questions in the question paper. Answer any **six** questions.
3. **All** questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रश्न पत्र में 8 प्रश्न हैं। किन्हीं 6 प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. Explain the steps involved in the estimation of GDP by income approach. How are the three methods of measuring national income reconciled? (15)

आय दृष्टिकोण से सकल घरेलू उत्पाद के अनुमान में शामिल चरणों की व्याख्या करें। राष्ट्रीय आय को मापने के तीन तरीकों का मिलान कैसे किया जाता है?



2. Derive Aggregate demand curve. Explain the reasons for its downward sloping. (15)

कुल मांग वक्र व्युत्पन्न करें। इसके अधोमुखी ढाल के कारणों की व्याख्या कीजिए।

3. Explain the money market equilibrium. Explain the mechanism of how a decrease in money supply affects the rate of interest in the money market. (15)

मुद्रा बाजार संतुलन की व्याख्या करें। मुद्रा आपूर्ति में कमी मुद्रा बाजार में ब्याज दर को कैसे प्रभावित करती है, इसकी क्रियाविधि की व्याख्या कीजिए।

4. Explain Fishers' Quantity Theory of Money. Given the QTM, assume that the income is 1000 units and money supply is 400 units. Also assume that the velocity of circulation of money is 5. Calculate the aggregate price. (15)

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

फिशर्स के पैसे की मात्रा सिद्धांत की व्याख्या करें। क्यूटीएम को देखते हुए, मान लें कि आय 1000 यूनिट है और पैसे की आपूर्ति 400 यूनिट है। यह भी मान लें कि धन के संचलन का वेग 5 है। कुल मूल्य की गणना करें।

5. (i) Explain the effect of change in fiscal policy on the equilibrium level of income and output.

(ii) Distinguish between budget surplus and full employment budget surplus, which one is more useful measure. (7,8)

(i) आय और उत्पादन के संतुलन स्तर पर राजकोषीय नीति में बदलाव के प्रभाव की व्याख्या करें।

(ii) बजट अधिशेष और पूर्ण रोजगार बजट अधिशेष के बीच अंतर स्पष्ट कीजिए, इनमें से कौन सा अधिक उपयोगी उपाय है।



6. Suppose you have the following information about a three sector closed economy :-

Consumption  $C = 20 + 0.8Y_d$

Investment  $I = 50$

Tax  $T = 10$

Government Spending  $G = 20$

- (a) Find equilibrium level of national income.
- (b) Find equilibrium level of consumption and saving.
- (c) Show equality of leakages and injections.
- (d) Calculate equilibrium level of national income when tax revenue is increased by 10. (4,4,4,3)

मान लीजिए आपके पास तीन सेक्टर बंद अर्थव्यवस्था के बारे में

निम्नलिखित जानकारी है :-

कालिन्दा महाविद्यालय पुरवा

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

खपत  $C = 20 + 0.8Y_d$

निवेश  $I = 50$

टैक्स  $T = 10$

सरकारी खर्च  $G = 20$

(क) राष्ट्रीय आय का संतुलन स्तर ज्ञात कीजिए।

(ख) उपभोग और बचत का संतुलन स्तर ज्ञात कीजिए।

(ग) रिसाव और इंजेक्शन की समानता दिखाएं।

(घ) कर राजस्व में 10 की वृद्धि होने पर राष्ट्रीय आय के संतुलन स्तर की गणना करें।

7. Define money multiplier. Explain how the creation of credit by commercial banks can have a multiplier effect on the money supply in the economy. (15)



मुद्रा गुणांक को परिभाषित करें। व्याख्या कीजिए कि वाणिज्यिक बैंकों द्वारा साख के सृजन का अर्थव्यवस्था में मुद्रा आपूर्ति पर गुणक प्रभाव कैसे हो सकता है।

8. Write short notes on any **three** :- (5×3)

(a) Fiscal Policy

(b) Monetary Policy

(c) Quantity Theory of Money

(d) Macroeconomics issues

(e) Consumption function

किन्हीं तीन पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें :-

(अ) राजकोषीय नीति ।

(ब) मौद्रिक नीति ।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

(स) पैसे का मात्रा सिद्धांत ।

(द) समष्टि अर्थशास्त्र मुद्दे ।

(ई) स्वपत फलन ।



[This question paper contains 16 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 5026

H

Unique Paper Code : 2272201202

Name of the Paper : Basic Statistics for Economics

Name of the Course : B.A. (Prog.) DSC

Semester : II

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt all parts by selecting **three** questions from **Part-I** and **two** questions from **parts- II, III and IV** each.
3. Sub-parts of the questions to be attempted together.
4. All questions carry 10 marks.
5. Use of Simple Calculator allowed.
6. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. भाग-I से तीन प्रश्न और भाग-II, III और IV से दो-दो प्रश्न चुनकर सभी भागों का प्रयास करें।
3. प्रश्नों के उप-भागों को एक साथ हल करना होगा।
4. सभी प्रश्न 10 अंक के हैं।
5. सरल कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
6. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

## Part - I

1. (i) What are the problems with non-random samples? Explain any two of them. (6)
- (ii) Explain how the relationship between the mean and median provide information about the symmetric or skewness of the data's distribution. (4)
- (i) गैर-यादृच्छिक नमूनों के साथ क्या समस्याएँ हैं? उनमें से किन्हीं दो को स्पष्ट कीजिए।
- (ii) बताएं कि माध्य और माध्यिका के बीच का संबंध आंकड़ों के वितरण की सममिति या विषमता के बारे में जानकारी कैसे प्रदान करता है।
2. (i) What are data collection methods? Explain measurement error. (4)
- (ii) Calculate variance, standard deviation and coefficient of variation for the following data :  

10, 12, 14, 15, 17 (6)
- (i) आंकड़ा संग्रह विधियाँ क्या हैं? मापन त्रुटि को समझाइये।
- (ii) निम्नलिखित आंकड़ों के लिए भिन्नता, मानक विचलन और भिन्नता के गुणांक की गणना करें :  

10, 12, 14, 15, 17
3. (i) Explain any two of the graphical descriptive methods for qualitative data and any one of the graphical descriptive methods for quantitative data? (6)



(ii) Calculate the mean, median and mode for each of the following samples :

(a) 18, 9, 14, 14, 11, 15

(b) 13, 14, 16, 14, 13, 14, 15, 14, 16, 12, 13, 14, 15 (2+2)

(i) गुणात्मक आंकड़ों के लिए आरेखीय वर्णनात्मक तरीकों में से किन्हीं दो और मात्रात्मक आंकड़ों के लिए आरेखीय वर्णनात्मक तरीकों में से किसी एक की व्याख्या करें।

(ii) निम्नलिखित प्रत्येक नमूने के लिए माध्य, माध्यिका और बहुलक की गणना करें :

(a) 18, 9, 14, 14, 11, 15

(b) 13, 14, 16, 14, 13, 14, 15, 14, 16, 12, 13, 14, 15

4. (i) Write Chebyshev's Rule. (4)

(ii) Consider the following sample of five measurements :

6, 7, 7, 6, 9. (3+3)

(a) Calculate the range,  $s^2$ , and  $s$ .

(b) Add 5 to each measurement and repeat part (a).

(i) चेबीशेव का नियम लिखिए।

(ii) पाँच मापों के निम्नलिखित नमूने पर विचार करें : 6, 7, 7, 6, 9।

(a) श्रेणी,  $s^2$ , और  $s$ , की गणना करें।

(b) प्रत्येक माप में 5 जोड़ें और भाग (a) को दोहराएं।

## Part - II

5. (i) Two dice are tossed. Find the probability of getting 'an odd number on the first die or a total of 7' (4)
- (ii) A bag contains 4 white, 5 red and 6 black balls. Four are drawn at random. Find the probability that (3+3)
- (a) No balls drawn is black
- (b) At least one ball of each colour
- (i) दो पासे उछाले जाते हैं। 'पहले पासे पर एक विषम संख्या या कुल 7' आने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए।
- (ii) एक थैले में 4 सफेद, 5 लाल और 6 काली गेंदें हैं। चार यादृच्छिक रूप से निकाले जाते हैं। इसकी प्रायिकता ज्ञात कीजिए
- (a) निकाली गई कोई गेंद काली नहीं है
- (b) प्रत्येक रंग की कम से कम एक गेंद
6. (i) A number is chosen at random among the first 120 natural numbers. Find the probability of the number chosen being a multiple of 5 or 15? (4)
- (ii) Let  $P(A) = p$ ,  $P(A|B) = q$ ,  $P(B|A) = r$ . Find the relation between  $p$ ,  $q$ ,  $r$  for the following case : (3+3)
- (a) Events  $\bar{A}$  and  $\bar{B}$  are mutually exclusive
- (b) B is sub-event of A



(i) पहली 120 प्राकृतिक संख्याओं में से एक संख्या को यादृच्छिक रूप से चुना जाता है। चुनी गई संख्या के 5 या 15 का गुणज होने की प्रायिकता ज्ञात कीजिए।

(ii) माना  $P(A) = p$ ,  $P(A | B) = q$ ,  $P(B | A) = r$ । निम्नलिखित स्थिति में  $p$ ,  $q$ ,  $r$  के बीच संबंध ज्ञात कीजिए:

(a) घटनाएँ  $\bar{A}$  और  $\bar{B}$  परस्पर अनन्य हैं

(a)  $B$ ,  $A$  की उप-घटना है

7. (i) For two independent events,  $A$  and  $B$ ,  $P(A) = .4$  and  $P(B) = .2$ . Find  $P(B|A)$  and  $P(A \cup B)$ ? (4)

(ii) The contents of urns I, II, III, IV are as follows :

1 white, 2 black and 3 red balls,

2 white, 1 black and 1 red balls,

3 white, 2 black and 5 red balls, and

4 white, 5 black and 3 red balls

One urn is chosen at random and two balls drawn from it. They happen to be white and red. What is the probability that they come from urn IV? (6)

(i) दो स्वतंत्र घटनाओं के लिए,  $A$  और  $B$ ,  $P(A) = .4$  और  $P(B) = .2$ ।  $P(B|A)$  और  $P(A \cup B)$  ज्ञात कीजिए।

(ii) कलश I, II, III, IV की सामग्री इस प्रकार है

- 1 सफेद, 2 काली और 3 लाल गेंदे,
- 2 सफेद, 1 काली और 1 लाल गेंद,
- 3 सफेद, 2 काली और 5 लाल गेंदे, और
- 4 सफेद, 5 काली और 3 लाल गेंदे

एक कलश यादृच्छिक रूप से चुना जाता है और उसमें से दो गेंदे निकाली जाती हैं। वे सफेद और लाल होते हैं। क्या प्रायिकता है कि वे कलश IV से निकाले गए हैं?

### Part – III

8. Given the following probability distributions of A and B :

(4+4+2)

| Distribution | A      | Distribution | B      |
|--------------|--------|--------------|--------|
| $X$          | $P(X)$ | $X$          | $P(X)$ |
| 0            | 0.50   | 0            | 0.05   |
| 1            | 0.20   | 1            | 0.10   |
| 2            | 0.15   | 2            | 0.15   |
| 3            | 0.10   | 3            | 0.20   |
| 4            | 0.05   | 4            | 0.50   |

(a) Compute the expected value for each distribution.

(b) Compute the standard deviation for each distribution.

(c) Compare the results of distributions A and B.

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



A और B के निम्नलिखित प्रायिकता वितरण दिए गए हैं :

| Distribution | A      | Distribution | B      |
|--------------|--------|--------------|--------|
| $X$          | $P(X)$ | $X$          | $P(X)$ |
| 0            | 0.50   | 0            | 0.05   |
| 1            | 0.20   | 1            | 0.10   |
| 2            | 0.15   | 2            | 0.15   |
| 3            | 0.10   | 3            | 0.20   |
| 4            | 0.05   | 4            | 0.50   |

(अ) प्रत्येक वितरण के लिए अपेक्षित मान की गणना करें।

(ब) प्रत्येक वितरण के लिए मानक विचलन की गणना करें।

(स) वितरण A और B के परिणामों की तुलना करें।

9. (i) A random variable  $X$  follows the continuous uniform distribution with a lower bound of 5 and an upper bound of 35. (2+4+2)

(a) What is the height of the density function  $f(x)$ ?

(b) What are the mean and the standard deviation for the distribution?

(c) Calculate  $P(X > 10)$ .

(ii) Explain continuous uniform distribution. (2)

(i) एक यादृच्छिक चर  $X$  5 की निचली सीमा और 35 की ऊपरी सीमा के साथ निरंतर समान वितरण का अनुसरण करता है।

(a) घनत्व फलन  $f(x)$  की ऊँचाई क्या है?

(b) वितरण के लिए माध्य और मानक विचलन क्या हैं?

(c)  $P(X > 10)$  की गणना करें।

(ii) सतत समरूप वितरण को समझाइए।

10. (i) The number of texts sent per day by a sample of 811 teens is normally distributed with a mean of 38 and a standard deviation of 7. (3+3)

(a) About how many teens sent between 24 and 38 texts?

(b) What is the probability that a teen selected at random sent less than 818 texts?

(ii) Write a note on the standard normal distribution. (4)

(i) 811 किशोरों के नमूने द्वारा प्रति दिन भेजे गए संदेशों की संख्या सामान्य रूप से 38 के औसत और 7 के मानक विचलन के साथ वितरित की जाती है।

(a) 24 और 38 संदेशों के बीच कितने किशोरों को भेजा गया?

(b) क्या प्रायिकता है कि यादृच्छिक रूप से चुने गए किशोरों ने 818 संदेशों से कम भेजा है?

(ii) मानक सामान्य वितरण पर एक टिप्पणी लिखिए।

#### Part - IV

11. (i) In a representative sample of 307 college students who studied 3 hours per day, the mean GPA was  $\bar{x} = 3.11$  and the standard deviation was  $s = .66$ .



Of interest is  $\mu$ , the true mean GPA of all college students who study 3 hours per day. (1+3+2)

- (a) Give a point estimate for  $\mu$ .
- (b) Give an interval estimate for  $\mu$ . Use a confidence coefficient of 0.98.
- (c) Comment on the validity of the following statement:

"98% of the time, the true mean GPA will fall in the interval computed in part b."

- (ii) Consider a normal population distribution with the value of sigma,  $\sigma$ , known. (2+2)

(a) What is the confidence level for the interval  $\bar{x} \pm 2.81 \sigma / \sqrt{n}$ ?

(b) What is the confidence level for the interval  $\bar{x} \pm 1.44 \sigma / \sqrt{n}$ ?

- (i) प्रतिदिन 3 घंटे अध्ययन करने वाले 307 कॉलेज छात्रों के प्रतिनिधि नमूने में, औसत GPA  $\bar{x} = 3.11$  था और मानक विचलन  $s = .66$  था। दिलचस्पी की बात है  $\mu$ , कॉलेज के सभी छात्रों का सही माध्य GPA जो प्रतिदिन 3 घंटे अध्ययन करते हैं।

(a)  $\mu$  के लिए एक बिंदु अनुमान दें।

(b)  $\mu$  के लिए एक अंतराल अनुमान दें। 0.98 के विश्वास गुणांक का उपयोग करें।

(c) निम्नलिखित कथन की वैधता पर टिप्पणी करें:

"98% समय पर सही माध्य GPA भाग b में गणना किए गए अंतराल में गिर जाएगा।"

(ii) ज्ञात सिग्मा,  $\sigma$ , के मान के साथ एक सामान्य जनसंख्या वितरण पर विचार करें।

(a) अंतराल:  $\bar{x} \pm 2.81 \sigma / \sqrt{n}$  के लिए विश्वास स्तर क्या है?

(b) अंतराल  $\bar{x} \pm 1.44 \sigma / \sqrt{n}$  के लिए विश्वास स्तर क्या है?

12. (i) Suppose you are interested in conducting the statistical test of  $H_0: \mu = 255$  against  $H_a: \mu > 255$ , and you have decided to use the following decision rule: Reject  $H_0$  if the sample mean of a random sample of 81 items is more than 270. Assume that the standard deviation of the population is 63. (2+3)

(a) Express the decision rule in terms of  $z$ .

(b) Find  $\alpha$ , the probability of making a Type I error, by using this decision rule.

(ii) What do you understand by estimation? Explain the difference between interval estimator and point estimator of  $\mu$  (5)

(i) मान लीजिए कि आप  $H_0: \mu = 255$  के विरुद्ध  $H_a: \mu > 255$  का सांख्यिकीय परीक्षण करने में रुचि रखते हैं, और आपने निम्नलिखित निर्णय नियम का उपयोग करने का निर्णय लिया है:  $H_0$  को अस्वीकार करें यदि 81 वस्तुओं के यादृच्छिक नमूने का नमूना माध्य 270 से अधिक है। मान लीजिए कि जनसंख्या का मानक विचलन 63 है।

(a) निर्णय नियम को  $z$  के संदर्भ में व्यक्त करें।

(b) इस निर्णय नियम का उपयोग करके, टाइप I त्रुटि करने की प्रायिकता का पता लगाएं।

(ii) अनुमान से आप क्या समझते हैं?  $\mu$  के अंतराल अनुमानक और बिंदु अनुमानक के बीच अंतर स्पष्ट करें।

13. (i) What do you understand by p-value of a test? An analyst tested the null hypothesis that  $\mu \geq 20$  against the alternative hypothesis that  $\mu < 20$ . The



analyst reported a p-value of .06. What is the smallest value for which the null hypothesis would be rejected? (4)

(ii) The label on a 3-quart container of orange juice states that the orange juice contains an average of 1 gram of fat or less. Answer the following questions for a hypothesis test that could be used to test the claim on the label.

(a) Develop the appropriate null and alternative hypotheses.

(b) What is the type I error in this situation? What are the consequences of making this error?

(c) What is the type II error in this situation? What are the consequences of making this error? (2+2+2)

(i) परीक्षण के पी-मान से आप क्या समझते हैं? एक विश्लेषक ने शून्य परिकल्पना यानि  $\mu \geq 20$  का वैकल्पिक परिकल्पना  $\mu < 20$  के विरुद्ध विश्लेषण किया। विश्लेषक ने .06 के पी-मान की सूचना दी। वह सबसे छोटा मान क्या है जिसके लिए शून्य परिकल्पना को अस्वीकार किया जाएगा?

(ii) संतरे के रस के 3-क्वार्ट कंटेनर पर लगे लेबल में कहा गया है कि संतरे के रस में औसतन 1 ग्राम या उससे कम वसा होती है। एक परिकल्पना परीक्षण के लिए निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें जिनका उपयोग लेबल पर दावे का परीक्षण करने के लिए किया जा सकता है।

(a) उचित शून्य और वैकल्पिक परिकल्पना विकसित करें।

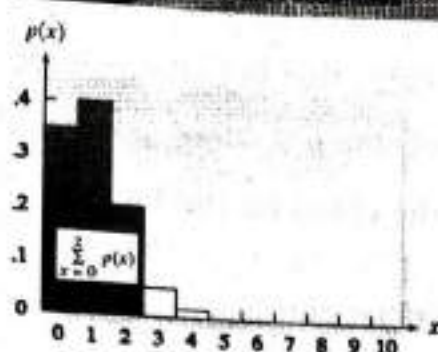
(b) इस स्थिति में टाइप I त्रुटि क्या है? इस त्रुटि को करने के परिणाम क्या हैं? इस त्रुटि को करने के परिणाम क्या हैं

(c) इस स्थिति में टाइप II त्रुटि क्या है? इस त्रुटि को करने के परिणाम क्या हैं?

कालिन्दी महाविद्यालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

Table I  
Binomial Probabilities

Tabulated values are  $\sum_{x=0}^k p(x)$ . (Computations are rounded at the third decimal place.)

a.  $n = 5$ 

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30  | .40  | .50  | .60  | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                | .951  | .774  | .590  | .328  | .168 | .078 | .031 | .010 | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .999  | .977  | .919  | .737  | .528 | .337 | .188 | .087 | .031 | .007 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .999  | .991  | .942  | .837 | .683 | .500 | .317 | .163 | .058 | .009 | .001 | .000 |
| 3                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .993  | .969 | .913 | .812 | .663 | .472 | .263 | .081 | .023 | .001 |
| 4                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998 | .990 | .969 | .922 | .832 | .672 | .410 | .226 | .049 |

b.  $n = 6$ 

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30  | .40  | .50  | .60  | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                | .941  | .735  | .531  | .262  | .118 | .047 | .016 | .004 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .999  | .967  | .886  | .655  | .420 | .233 | .109 | .041 | .011 | .002 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .998  | .984  | .901  | .744 | .544 | .344 | .179 | .070 | .017 | .001 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | 1.000 | .999  | .983  | .930 | .821 | .656 | .456 | .256 | .099 | .016 | .002 | .000 |
| 4                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .989 | .959 | .891 | .767 | .580 | .345 | .114 | .033 | .001 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .996 | .984 | .953 | .882 | .738 | .469 | .265 | .059 |

c.  $n = 7$ 

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40  | .50  | .60  | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                | .932  | .698  | .478  | .210  | .082  | .028 | .008 | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .998  | .956  | .850  | .577  | .329  | .159 | .063 | .019 | .004 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .996  | .974  | .852  | .647  | .420 | .227 | .096 | .029 | .005 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | 1.000 | .997  | .967  | .874  | .710 | .500 | .290 | .126 | .033 | .003 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .995  | .971  | .904 | .773 | .580 | .353 | .148 | .026 | .004 | .000 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .981 | .937 | .841 | .671 | .423 | .150 | .044 | .002 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998 | .992 | .972 | .918 | .790 | .522 | .302 | .068 |

d.  $n = 8$ 

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40  | .50  | .60  | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                | .923  | .663  | .430  | .168  | .058  | .017 | .004 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .997  | .943  | .813  | .503  | .255  | .106 | .035 | .009 | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .994  | .962  | .797  | .552  | .315 | .145 | .050 | .011 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | 1.000 | .995  | .944  | .806  | .594 | .363 | .174 | .058 | .010 | .000 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .990  | .942  | .826 | .637 | .406 | .194 | .056 | .005 | .000 | .000 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .989  | .950 | .855 | .685 | .448 | .203 | .038 | .006 | .000 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .991 | .965 | .894 | .745 | .497 | .187 | .057 | .003 |
| 7                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .996 | .983 | .942 | .832 | .570 | .337 | .077 |

(continued)



Table 1 (continued)

c. n = 9

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40   | .50  | .60  | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                | .914  | .630  | .387  | .134  | .040  | .010  | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .997  | .929  | .775  | .436  | .196  | .071  | .020 | .004 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .992  | .947  | .738  | .463  | .232  | .090 | .025 | .004 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | .999  | .992  | .914  | .730  | .483  | .254 | .099 | .025 | .003 | .000 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | 1.000 | .999  | .980  | .901  | .733  | .500 | .267 | .099 | .020 | .001 | .000 | .000 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .997  | .975  | .901  | .746 | .517 | .270 | .086 | .008 | .001 | .000 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .975  | .910 | .768 | .537 | .262 | .053 | .008 | .000 |
| 7                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .980 | .929 | .804 | .564 | .225 | .071 | .003 |
| 8                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998 | .990 | .960 | .866 | .613 | .370 | .086 |

c. n = 10

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40   | .50  | .60  | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|
| 0                | .904  | .599  | .349  | .107  | .028  | .006  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .996  | .914  | .736  | .376  | .149  | .046  | .011 | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .988  | .930  | .678  | .383  | .167  | .055 | .012 | .002 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | .999  | .987  | .879  | .650  | .382  | .172 | .055 | .011 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | 1.000 | .998  | .967  | .850  | .633  | .377 | .166 | .047 | .006 | .000 | .000 | .000 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .953  | .834  | .623 | .367 | .150 | .033 | .002 | .000 | .000 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .989  | .945  | .828 | .618 | .350 | .121 | .013 | .001 | .000 |
| 7                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .988  | .945 | .833 | .617 | .322 | .070 | .012 | .000 |
| 8                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .989 | .954 | .851 | .624 | .264 | .086 | .004 |
| 9                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .994 | .972 | .893 | .651 | .401 | .096 |

g. n = 15

| $k \backslash p$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40   | .50   | .60   | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 0                | .860  | .463  | .206  | .035  | .005  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .990  | .829  | .549  | .167  | .035  | .005  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | 1.000 | .964  | .816  | .398  | .127  | .027  | .004  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | .995  | .944  | .648  | .297  | .091  | .018  | .002  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | .999  | .987  | .838  | .515  | .217  | .059  | .009  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | .998  | .939  | .722  | .403  | .151  | .034  | .004 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .982  | .869  | .610  | .304  | .095  | .015 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| 7                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .950  | .787  | .500  | .213  | .050 | .004 | .000 | .000 | .000 |
| 8                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .985  | .905  | .696  | .390  | .131 | .018 | .000 | .000 | .000 |
| 9                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .966  | .849  | .597  | .278 | .061 | .002 | .000 | .000 |
| 10               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .991  | .941  | .783  | .485 | .164 | .013 | .001 | .000 |
| 11               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .982  | .909  | .703 | .352 | .056 | .005 | .000 |
| 12               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .973  | .873 | .602 | .184 | .036 | .000 |
| 13               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .995  | .965 | .833 | .451 | .171 | .010 |
| 14               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .995 | .965 | .794 | .537 | .140 |

(continued)



## 838 APPENDIX D: TABLES

Table I (continued)

h, n = 20

| $k \backslash P$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40   | .50   | .60   | .70  | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 0                | .818  | .358  | .122  | .012  | .001  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .983  | .736  | .392  | .069  | .008  | .001  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | .999  | .925  | .677  | .206  | .035  | .004  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | .984  | .867  | .411  | .107  | .016  | .001  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | .997  | .957  | .630  | .238  | .051  | .006  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 5                | 1.000 | 1.000 | .989  | .804  | .416  | .126  | .021  | .002  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | .998  | .913  | .608  | .250  | .058  | .006  | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 7                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .968  | .772  | .416  | .132  | .021  | .001 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 8                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .990  | .887  | .596  | .252  | .057  | .005 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 9                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .997  | .952  | .755  | .412  | .128  | .017 | .001 | .000 | .000 | .000 |
| 10               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .983  | .872  | .588  | .245  | .048 | .003 | .000 | .000 | .000 |
| 11               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .995  | .943  | .748  | .404  | .113 | .010 | .000 | .000 | .000 |
| 12               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .979  | .868  | .584  | .228 | .032 | .000 | .000 | .000 |
| 13               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .942  | .750  | .392 | .087 | .002 | .000 | .000 |
| 14               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .979  | .874  | .584 | .196 | .011 | .000 | .000 |
| 15               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .949  | .762 | .370 | .043 | .003 | .000 |
| 16               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .984  | .893 | .589 | .133 | .016 | .000 |
| 17               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .965 | .794 | .323 | .075 | .001 |
| 18               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .992 | .931 | .608 | .264 | .017 |
| 19               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999 | .988 | .878 | .642 | .182 |

L, n = 25

| $k \backslash P$ | .01   | .05   | .10   | .20   | .30   | .40   | .50   | .60   | .70   | .80  | .90  | .95  | .99  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| 0                | .778  | .277  | .072  | .004  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 1                | .974  | .642  | .271  | .027  | .002  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 2                | .998  | .873  | .537  | .098  | .009  | .000  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 3                | 1.000 | .966  | .764  | .234  | .033  | .002  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 4                | 1.000 | .993  | .902  | .421  | .090  | .009  | .000  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 5                | 1.000 | .999  | .967  | .617  | .193  | .029  | .002  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 6                | 1.000 | 1.000 | .991  | .780  | .341  | .074  | .007  | .000  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 7                | 1.000 | 1.000 | .998  | .891  | .512  | .154  | .022  | .001  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 8                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .953  | .677  | .274  | .054  | .004  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 9                | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .983  | .811  | .425  | .115  | .013  | .000  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 10               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .902  | .586  | .212  | .034  | .002  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 11               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .956  | .732  | .345  | .078  | .006  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 12               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .983  | .846  | .500  | .154  | .017  | .000 | .000 | .000 | .000 |
| 13               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .994  | .922  | .655  | .268  | .044  | .002 | .000 | .000 | .000 |
| 14               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .966  | .788  | .414  | .098  | .006 | .000 | .000 | .000 |
| 15               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .987  | .885  | .575  | .189  | .017 | .000 | .000 | .000 |
| 16               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996  | .946  | .726  | .323  | .047 | .000 | .000 | .000 |
| 17               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .999  | .978  | .846  | .488  | .109 | .002 | .000 | .000 |
| 18               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .993  | .926  | .659  | .220 | .009 | .000 | .000 |
| 19               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .971  | .807  | .383 | .033 | .001 | .000 |
| 20               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .991  | .910  | .579 | .098 | .007 | .000 |
| 21               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .967  | .766 | .236 | .034 | .000 |
| 22               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .991  | .902 | .463 | .127 | .002 |
| 23               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .998  | .973 | .729 | .358 | .026 |
| 24               | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | .996 | .928 | .723 | .222 |

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

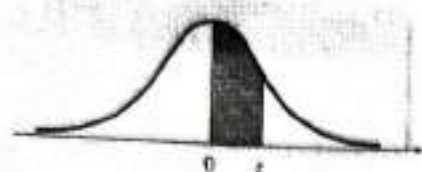
KALINDI COLLEGE LIBRARY

पुस्तकालय, कालिन्दा महाविद्यालय, दिल्ली

Y249811 573/100/12/1/1/1

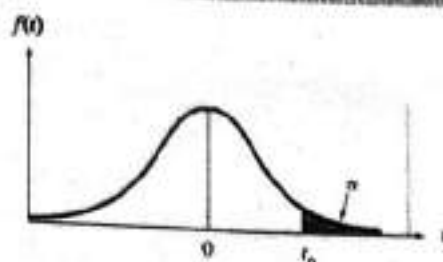


Table II Standard Normal Curve Areas



| z   | .00    | .01    | .02    | .03    | .04    | .05    | .06    | .07    | .08    | .09    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| .0  | .0000  | .0040  | .0080  | .0120  | .0160  | .0199  | .0239  | .0279  | .0319  | .0359  |
| .1  | .0398  | .0438  | .0478  | .0517  | .0557  | .0596  | .0636  | .0675  | .0714  | .0753  |
| .2  | .0793  | .0832  | .0871  | .0910  | .0948  | .0987  | .1026  | .1064  | .1103  | .1141  |
| .3  | .1179  | .1217  | .1255  | .1293  | .1331  | .1368  | .1406  | .1443  | .1480  | .1517  |
| .4  | .1554  | .1591  | .1628  | .1664  | .1700  | .1736  | .1772  | .1808  | .1844  | .1879  |
| .5  | .1915  | .1950  | .1985  | .2019  | .2054  | .2088  | .2123  | .2157  | .2190  | .2224  |
| .6  | .2257  | .2291  | .2324  | .2357  | .2389  | .2422  | .2454  | .2486  | .2517  | .2549  |
| .7  | .2580  | .2611  | .2642  | .2673  | .2704  | .2734  | .2764  | .2794  | .2823  | .2852  |
| .8  | .2881  | .2910  | .2939  | .2967  | .2995  | .3023  | .3051  | .3078  | .3106  | .3133  |
| .9  | .3159  | .3186  | .3212  | .3238  | .3264  | .3289  | .3315  | .3340  | .3365  | .3389  |
| 1.0 | .3413  | .3438  | .3461  | .3485  | .3508  | .3531  | .3554  | .3577  | .3599  | .3621  |
| 1.1 | .3643  | .3665  | .3686  | .3708  | .3729  | .3749  | .3770  | .3790  | .3810  | .3830  |
| 1.2 | .3849  | .3869  | .3888  | .3907  | .3925  | .3944  | .3962  | .3980  | .3997  | .4015  |
| 1.3 | .4032  | .4049  | .4066  | .4082  | .4099  | .4115  | .4131  | .4147  | .4162  | .4177  |
| 1.4 | .4192  | .4207  | .4222  | .4236  | .4251  | .4265  | .4279  | .4292  | .4306  | .4319  |
| 1.5 | .4332  | .4345  | .4357  | .4370  | .4382  | .4394  | .4406  | .4418  | .4429  | .4441  |
| 1.6 | .4452  | .4463  | .4474  | .4484  | .4495  | .4505  | .4515  | .4525  | .4535  | .4545  |
| 1.7 | .4554  | .4564  | .4573  | .4582  | .4591  | .4599  | .4608  | .4616  | .4625  | .4633  |
| 1.8 | .4641  | .4649  | .4656  | .4664  | .4671  | .4678  | .4686  | .4693  | .4699  | .4706  |
| 1.9 | .4713  | .4719  | .4726  | .4732  | .4738  | .4744  | .4750  | .4756  | .4761  | .4767  |
| 2.0 | .4772  | .4778  | .4783  | .4788  | .4793  | .4798  | .4803  | .4808  | .4812  | .4817  |
| 2.1 | .4821  | .4826  | .4830  | .4834  | .4838  | .4842  | .4846  | .4850  | .4854  | .4857  |
| 2.2 | .4861  | .4864  | .4868  | .4871  | .4875  | .4878  | .4881  | .4884  | .4887  | .4890  |
| 2.3 | .4893  | .4896  | .4898  | .4901  | .4904  | .4906  | .4909  | .4911  | .4913  | .4916  |
| 2.4 | .4918  | .4920  | .4922  | .4925  | .4927  | .4929  | .4931  | .4932  | .4934  | .4936  |
| 2.5 | .4938  | .4940  | .4941  | .4943  | .4945  | .4946  | .4948  | .4949  | .4951  | .4952  |
| 2.6 | .4953  | .4955  | .4956  | .4957  | .4959  | .4960  | .4961  | .4962  | .4963  | .4964  |
| 2.7 | .4965  | .4966  | .4967  | .4968  | .4969  | .4970  | .4971  | .4972  | .4973  | .4974  |
| 2.8 | .4974  | .4975  | .4976  | .4977  | .4977  | .4978  | .4979  | .4979  | .4980  | .4981  |
| 2.9 | .4981  | .4982  | .4982  | .4983  | .4984  | .4984  | .4985  | .4985  | .4986  | .4986  |
| 3.0 | .4987  | .4987  | .4987  | .4988  | .4988  | .4989  | .4989  | .4989  | .4990  | .4990  |
| 3.1 | .49903 | .49906 | .49910 | .49913 | .49916 | .49918 | .49921 | .49924 | .49926 | .49929 |
| 3.2 | .49931 | .49934 | .49936 | .49938 | .49940 | .49942 | .49944 | .49946 | .49948 | .49950 |
| 3.3 | .49952 | .49953 | .49955 | .49957 | .49958 | .49960 | .49961 | .49962 | .49964 | .49965 |
| 3.4 | .49966 | .49968 | .49969 | .49970 | .49971 | .49972 | .49973 | .49974 | .49975 | .49976 |
| 3.5 | .49977 | .49978 | .49978 | .49979 | .49980 | .49981 | .49981 | .49982 | .49983 | .49983 |
| 3.6 | .49984 | .49985 | .49985 | .49985 | .49986 | .49987 | .49987 | .49988 | .49988 | .49989 |
| 3.7 | .49989 | .49990 | .49990 | .49990 | .49991 | .49991 | .49992 | .49992 | .49992 | .49992 |
| 3.8 | .49993 | .49993 | .49993 | .49994 | .49994 | .49994 | .49994 | .49995 | .49995 | .49995 |
| 3.9 | .49995 | .49995 | .49996 | .49996 | .49996 | .49996 | .49996 | .49996 | .49997 | .49997 |

Source: Abridged from Table I of A. Hald, *Statistical Tables and Formulas* (New York: Wiley), 1952.

Table III Critical Values of  $t$ 

| Degrees of Freedom | $t_{.100}$ | $t_{.050}$ | $t_{.025}$ | $t_{.010}$ | $t_{.005}$ | $t_{.001}$ | $t_{.0005}$ |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 1                  | 3.078      | 6.314      | 12.706     | 31.821     | 63.657     | 318.31     | 636.62      |
| 2                  | 1.886      | 2.920      | 4.303      | 6.965      | 9.925      | 22.326     | 31.598      |
| 3                  | 1.638      | 2.353      | 3.182      | 4.541      | 5.841      | 10.213     | 12.924      |
| 4                  | 1.533      | 2.132      | 2.776      | 3.747      | 4.604      | 7.173      | 8.610       |
| 5                  | 1.476      | 2.015      | 2.571      | 3.365      | 4.032      | 5.893      | 6.869       |
| 6                  | 1.440      | 1.943      | 2.447      | 3.143      | 3.707      | 5.208      | 5.959       |
| 7                  | 1.415      | 1.895      | 2.365      | 2.998      | 3.499      | 4.785      | 5.408       |
| 8                  | 1.397      | 1.860      | 2.306      | 2.896      | 3.355      | 4.501      | 5.041       |
| 9                  | 1.383      | 1.833      | 2.262      | 2.821      | 3.250      | 4.297      | 4.781       |
| 10                 | 1.372      | 1.812      | 2.228      | 2.764      | 3.169      | 4.144      | 4.587       |
| 11                 | 1.363      | 1.796      | 2.201      | 2.718      | 3.106      | 4.025      | 4.437       |
| 12                 | 1.356      | 1.782      | 2.179      | 2.681      | 3.055      | 3.930      | 4.318       |
| 13                 | 1.350      | 1.771      | 2.160      | 2.650      | 3.012      | 3.852      | 4.221       |
| 14                 | 1.345      | 1.761      | 2.145      | 2.624      | 2.977      | 3.787      | 4.140       |
| 15                 | 1.341      | 1.753      | 2.131      | 2.602      | 2.947      | 3.733      | 4.073       |
| 16                 | 1.337      | 1.746      | 2.120      | 2.583      | 2.921      | 3.686      | 4.015       |
| 17                 | 1.333      | 1.740      | 2.110      | 2.567      | 2.898      | 3.646      | 3.965       |
| 18                 | 1.330      | 1.734      | 2.101      | 2.552      | 2.878      | 3.610      | 3.922       |
| 19                 | 1.328      | 1.729      | 2.093      | 2.539      | 2.861      | 3.579      | 3.883       |
| 20                 | 1.325      | 1.725      | 2.086      | 2.528      | 2.845      | 3.552      | 3.850       |
| 21                 | 1.323      | 1.721      | 2.080      | 2.518      | 2.831      | 3.527      | 3.819       |
| 22                 | 1.321      | 1.717      | 2.074      | 2.508      | 2.819      | 3.505      | 3.792       |
| 23                 | 1.319      | 1.714      | 2.069      | 2.500      | 2.807      | 3.485      | 3.767       |
| 24                 | 1.318      | 1.711      | 2.064      | 2.492      | 2.797      | 3.467      | 3.745       |
| 25                 | 1.316      | 1.708      | 2.060      | 2.485      | 2.787      | 3.450      | 3.725       |
| 26                 | 1.315      | 1.706      | 2.056      | 2.479      | 2.779      | 3.435      | 3.707       |
| 27                 | 1.314      | 1.703      | 2.052      | 2.473      | 2.771      | 3.421      | 3.690       |
| 28                 | 1.313      | 1.701      | 2.048      | 2.467      | 2.763      | 3.408      | 3.674       |
| 29                 | 1.311      | 1.699      | 2.045      | 2.462      | 2.756      | 3.396      | 3.659       |
| 30                 | 1.310      | 1.697      | 2.042      | 2.457      | 2.750      | 3.385      | 3.646       |
| 40                 | 1.303      | 1.684      | 2.021      | 2.423      | 2.704      | 3.307      | 3.551       |
| 50                 | 1.299      | 1.676      | 2.009      | 2.403      | 2.678      | 3.261      | 3.496       |
| 60                 | 1.296      | 1.671      | 2.000      | 2.390      | 2.660      | 3.232      | 3.460       |
| 70                 | 1.294      | 1.667      | 1.994      | 2.381      | 2.648      | 3.211      | 3.435       |
| 80                 | 1.292      | 1.664      | 1.990      | 2.374      | 2.639      | 3.195      | 3.416       |
| 90                 | 1.291      | 1.662      | 1.987      | 2.369      | 2.632      | 3.183      | 3.402       |
| 100                | 1.290      | 1.660      | 1.984      | 2.364      | 2.629      | 3.174      | 3.390       |
| 120                | 1.289      | 1.658      | 1.980      | 2.358      | 2.617      | 3.160      | 3.373       |
| 150                | 1.287      | 1.655      | 1.976      | 2.351      | 2.609      | 3.145      | 3.357       |
| ∞                  | 1.282      | 1.645      | 1.960      | 2.326      | 2.576      | 3.090      | 3.291       |



(26)  
[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2298**

**H**

Unique Paper Code : 62274403

Name of the Paper : Principles of Macroeconomics II

Name of the Course : **BA (Prog.) Eco, DSC**

Semester : IV

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answer any 5 questions.
3. All questions are divided into **Sections A and B**. Attempt any 5 out of 7 questions from each sections. **Section A** has short answer questions and each carries 5 marks whereas **Section B** contains long answer questions and 10 marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय  
**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए ।
2. किन्हीं 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिये ।
3. सभी प्रश्नों को खंड - अ तथा खंड - ब में विभाजित किया गया है । प्रत्येक खंड में से 7 प्रश्नों में से किन्हीं 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिए । खंड अ में लघु उत्तरीय प्रश्न हैं एवं प्रत्येक 5 अंक का है जबकि खंड ब में दीर्घ उत्तरीय प्रश्न हैं और प्रत्येक 10 अंक का है ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

### SECTION-A

1. If the demand for money is independent of the interest rate, is the LM-curve vertical or horizontal?

यदि मुद्रा की मांग ब्याज दर से स्वतंत्र है तो क्या LM-वक्र लंबवत या क्षैतिज होता है?

2. Explain why the IS-curve slopes down and to the right.

समझाएं कि वक्र नीचे और दाईं ओर क्यों झुका हुआ होता है।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



3. What does aggregate supply relation show, if the expected price level increases then what would be the impact on the aggregate supply curve?

समग्र-पूर्ति संबंध क्या दर्शाता है? यदि प्रत्याशित-कीमत स्तर बढ़ता है तो समग्र-पूर्ति वक्र पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

4. Explain the concept of wage-setting relation and price-setting relation (Diagrams are required).

मजदूरी-निर्धारण संबंध और कीमत-निर्धारण संबंध की अवधारणा की व्याख्या करें (आरेख आवश्यक हैं)

5. Define unemployment. Discuss the two principal costs of unemployment.

बेरोजगारी क्या है? बेरोजगारी की दो प्रमुख लागतों पर चर्चा करें।

6. Explain the concept of the J-curve.

J-वक्र की अवधारणा की व्याख्या करें।

7. Explain the relationship between the current, capital and financial accounts.

चालू खाते और पूंजी खाते और वित्तीय खाते के बीच संबंध की व्याख्या करें।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

## Section-B

1. Draw the diagram of IS-LM framework. Indicate in which direction and why the IS-curve would shift if subsidy is given to investment.

IS-LM ढांचे का आरेख बनाएं। बताएं कि अगर निवेश को सब्सिडी दी जाती है तो IS-वक्र किस दिशा में और क्यों विवर्तित होगा।

2. The following equations describe an economy (C, I, G etc., as being measured in billions and i as a percentage)

$$C = 0.8(1-t)Y$$

$$t = 0.25$$

$$I = 900 - 50i$$

$$G = 800$$

$$L = 0.25Y - 62.5i$$

$$M/P = 500$$

(i) What is the equation that describes the IS-curve?

(ii) What is the general definition of IS-curve?



- (iii) What is the equation that describes the LM-curve?
- (iv) What is the general definition of the LM-curve?
- (v) What are the equilibrium levels of income and interest rate?

निम्नलिखित समीकरण एक अर्थव्यवस्था का वर्णन करते हैं (C, I, G इत्यादि को मिलियन में मापा जाता है और i को प्रतिशत के रूप में)

$$C = 0.8(1-t)Y$$

$$t = 0.25$$

$$I = 900 - 50i$$

$$G = 800$$

$$L = 0.25Y - 62.5i$$

$$M/P = 500$$

- (i) आईएस-वक्र का वर्णन करने वाला समीकरण क्या है?
- (ii) IS-वक्र की सामान्य परिभाषा क्या है?
- (iii) LM-वक्र का वर्णन करने वाला समीकरण क्या है?
- (iv) LM-वक्र की सामान्य परिभाषा क्या है?
- (v) आय (Y) और ब्याज दर (i) के संतुलन स्तर क्या हैं?

3. (i) What is the crowd in-out effect? Can the crowding- out effect be avoided?
- (ii) Explain the impact of an increase in unemployment benefits on labour market equilibrium.
- (i) क्राउडिंग आउट प्रभाव क्या है? क्या क्राउडिंग आउट प्रभाव की अवहेलना की जा सकती है?
- (ii) श्रम बाजार संतुलन पर बेरोजगारी लाभ में वृद्धि के प्रभाव की व्याख्या कीजिए।
4. Suppose that the markup of goods prices over marginal cost is 5% and that the wage-setting equation is  $W = P(1-u)$ , where  $u$  is the unemployment rate.
- (i) What is the real wage, determined by the price-setting equation?
- (ii) What is the natural rate of unemployment?
- (iii) Suppose that the markup of the prices over costs increases to 10%. What happens to the nature rate of unemployment? Explain the logic behind your answer.



मान लीजिए कि सीमांत लागत पर माल की कीमतों का मार्कअप 5% है और मजदूरी-निर्धारण समीकरण  $W = P(1-u)$  है, जहाँ  $u$  बेरोजगारी दर है।

(i) कीमत-निर्धारण समीकरण द्वारा निर्धारित वास्तविक मजदूरी क्या है?

(ii) बेरोजगारी की प्राकृतिक दर क्या है?

(iii) मान लीजिए कि लागत से अधिक कीमतों का मार्कअप 10% तक बढ़ जाता है। बेरोजगारी की प्रकृति दर का क्या होता है? अपने उत्तर के पीछे तर्क स्पष्ट करें।

5. Suppose the government is running on a budget deficit and decides to reduce it by decreasing its spending while leaving taxes unchanged. How will this affect the economy in the short term and medium run? Explain with the help of the aggregate demand and the aggregate supply model.

मान लीजिए कि सरकार बजट घाटा चला रही है और करों को अपरिवर्तित छोड़ते हुए अपने खर्च को कम करके इसे कम करने का निर्णय लेती है। अल्पकालीन और मध्यमकालीन में यह अर्थव्यवस्था को कैसे प्रभावित करेगा? समय माँग-समय पूर्ति मॉडल की सहायता से व्याख्या कीजिए।

6. Explain the short-run trade-off between inflation and unemployment. What are the policy implications for short-run Phillips curve?

मुद्रास्फीति और बेरोजगारी के बीच अल्पकालीन संबंध की व्याख्या करें।  
अल्पकालीन फिलिप्स वक्र के लिए नीतिगत निहितार्थ क्या हैं?

7. Explain the following concepts :-

(a) Nominal and Real exchange rate.

(b) How exchange rates are determined : A Supply-and-Demand Analysis.

निम्नलिखित अवधारणाओं की व्याख्या करें :-

(अ) नाममात्र और वास्तविक विनिमय दर।

(ब) कैसे विनिमय दरें निर्धारित की जाती हैं : पूर्ति और मांग विश्लेषण।



[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2351**

**H**

Unique Paper Code : 62274403

Name of the Paper : Principles of Macroeconomics II

Name of the Course : **BA (Prog.) Eco, DSC**

Semester : IV

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answer any 5 questions.
3. All questions are divided into **Sections A and B**. Attempt any 5 out of 7 questions from each sections. **Section A** has short answer questions and each carries 5 marks whereas **Section B** contains long answer questions and 10 marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

मालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

**MALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए ।
2. किन्हीं 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिये ।
3. सभी प्रश्नों को खंड - अ तथा खंड - ब में विभाजित किया गया है । प्रत्येक खंड में से 7 प्रश्नों में से किन्हीं 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिए । खंड अ में लघु उत्तरीय प्रश्न हैं एवं प्रत्येक 5 अंक का है जबकि खंड ब में दीर्घ उत्तरीय प्रश्न हैं और प्रत्येक 10 अंक का है ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

### SECTION - A

1. If the money supply is given , why does an increase in income lead to an increase in the interest rate?

यदि मुद्रा की पूर्ति दी गई है, तो आय में वृद्धि से ब्याज दर में वृद्धि क्यों होती है?



2. What is the IS curve? How is it derived?

IS-वक्र क्या है? यह कैसे व्युत्पन्न होता है?

3. Explain the concept of wage-setting relation and price-setting relation (Diagrams are required)

मजदूरी-निर्धारण संबंध और कीमत-निर्धारण संबंध की अवधारणा की व्याख्या करें (आरेख आवश्यक हैं)।

4. What does aggregate supply relation show, if the expected price level increases then what would be the impact on the aggregate supply curve?

समग्र-पूर्ति संबंध क्या दर्शाता है? यदि प्रत्याशित-कीमत स्तर बढ़ता है तो समग्र-पूर्ति वक्र पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

5. Discuss the concept of neutrality of money.

मुद्रा की तटस्थता की अवधारणा पर चर्चा करें।

6. What is the inflation? Discuss the costs of inflation.

मुद्रास्फीति क्या है? मुद्रास्फीति की लागत पर चर्चा करें।

7. What are the two main types of exchange rate?

विनिमय दर के दो मुख्य प्रकार क्या हैं?

### Section – B

1. Draw the diagram of the IS-LM framework. Indicate in which direction and why the IS-curve would shift if the subsidy is given to investors.

IS-LM ढांचे का आरेख बनाएं। बताएं कि अगर निवेश को सब्सिडी दी जाती है तो IS-वक्र किस दिशा में और क्यों विवर्तित होगा।



2. (i) What is the crowding-out effect? Can crowding out effect be avoided?
- (ii) Explain the impact of an increase in unemployment benefits on labour market equilibrium.
- (i) क्राउडिंग आउट प्रभाव क्या है? क्या क्राउडिंग आउट प्रभाव की अवहेलना की जा सकती है?
- (ii) श्रम बाजार संतुलन पर बेरोजगारी लाभ में वृद्धि के प्रभाव की व्याख्या कीजिए।
3. Derive the aggregate demand (AD)-curve with the help of the IS-LM model. What are the determinants of the aggregate demand curve?

IS-LM मॉडल की मदद से समग्र-मांग (AD) - वक्र को व्युत्पन्न करें। समग्र-मांग वक्र के निर्धारक क्या हैं?

4. Suppose the government is running on a budget deficit and decides to reduce it by decreasing its spending while leaving taxes unchanged. How will this affect the economy in the short term and medium run? Explain with the help of the aggregate demand aggregate supply model.

मान लीजिए कि सरकार बजट घाटा चला रही है और करों को अपरिवर्तित छोड़ते हुए अपने खर्च को कम करके इसे कम करने का निर्णय लेती है। अल्पकालीन और मध्यमकालीन में यह अर्थव्यवस्था को कैसे प्रभावित करेगा? समग्र माँग-समग्र पूर्ति मॉडल की सहायता से व्याख्या कीजिए।



5. Explain the concept of expectations-augmented Phillips curve. What are the shifting factors of the Philips curve?

प्रत्याशित-संवर्धित फिलिप्स वक्र की अवधारणा की व्याख्या करें।  
फिलिप्स वक्र के स्थानांतरण के कारक क्या हैं?

6. What are the components to be included in the balance of payment of a country?

किसी देश के भुगतान संतुलन में शामिल किए जाने वाले घटक कौन से हैं?

7. Explain the following concepts :-

(a) J-curve

(b) Purchasing power parity

निम्नलिखित अवधारणाओं की व्याख्या करें :-

(अ) जे-वक्र ।

(ब) क्रय शक्ति समता ।



[This question paper contains 20 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 4987

H

Unique Paper Code : 2272202402

Name of the Paper : Basic Econometrics

Name of the Course : BA (Prog.) Economics DSC – A OR B

Semester : IV

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 90

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Answer any Five questions out of Six.
3. All questions carry equal marks.
4. Use of simple non-programmable calculator is allowed. Statistical tables are attached for your reference.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. छह में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. साधारण गैर-प्रोग्रामयोग्य कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है। आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय तालिकाएँ संलग्न हैं।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

1. (a) A researcher estimated the model,  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i$ , for  $i = 1, 2, \dots, 13$ , where  $Y_i$  is the average hourly wage, and  $X_i$  is the years of schooling. When the results are being printed out, the printer malfunctioned, smudging some of the results. With the information already provided, fill in the blanks.

| Coefficients        | Estimate     | Standard Error | t-ratio                 |
|---------------------|--------------|----------------|-------------------------|
| $\widehat{\beta}_0$ | -0.0144      | .....          | -0.0165                 |
| $\widehat{\beta}_1$ | 0.7241       | 0.0695         | .....                   |
| ESS=95.4255         | TSS=105.1176 | RSS = .....    | $R^2 = \dots\dots\dots$ |
|                     |              |                | F = .....               |

- (b) Define  $R^2$ . What are the theoretical limits of R-squared in regression analysis? How can a model approach these extremes, and what do these values tell you about the model's fit?
- (c) Consider the following regression output :

$$\widehat{Y}_i = 102,192 - 9075N_i + 0.3547P_i + 1.288I_i$$

$$se = \quad (2053) \quad (0.0727) \quad (0.543)$$

$$N = 33 \quad R^2 = 0.579$$

where  $Y_i$  = gross sales volume at each Woody's restaurant



$N_i$  = Competition: the number of direct market competitors within a two-mile radius of the Woody's location

$P_i$  = Population: the number of people living within a three-mile radius of the Woody's location

$I_i$  = Income: the average household income of the population

The variable  $N_i$  is expected to have negative coefficient while  $P_i$  and  $I_i$  are expected to have positive coefficient. Create and test the appropriate hypotheses to evaluate these expectations at the 5-percent level of significance.

(6×3=18)

(क) एक शोधकर्ता ने  $i = 1, 2, \dots, 13$ , के लिए  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i$  मॉडल का अनुमान लगाया, जहाँ  $Y_i$  औसत प्रति घंटा वेतन है, और  $X_i$ , स्कूली शिक्षा का वर्ष है। जब रिजल्ट प्रिंट करते समय प्रिंटर खराब हो जाता है, जिससे कुछ रिजल्ट धुंधले हो जाते हैं। पहले से प्रदान की गई जानकारी के साथ, रिक्त स्थान भरिए।

| गुणांक          | प्राक्कलन    | मानक त्रुटि | t-अनुपात     |
|-----------------|--------------|-------------|--------------|
| $\hat{\beta}_0$ | -0.0144      | .....       | -0.0165      |
| $\hat{\beta}_1$ | 0.7241       | 0.0695      | .....        |
| ESS=95.4255     | TSS=105.1176 | RSS =.....  | $R^2$ =..... |
|                 |              |             | F = .....    |

(ख)  $R^2$  को परिभाषित कीजिए। प्रतिगमन विश्लेषण में  $R$ -स्क्वायर की सैद्धांतिक सीमाएँ क्या हैं? एक मॉडल इन चरम सीमाओं तक कैसे पहुँच सकता है, और ये मूल्य आपको मॉडल के फिट होने के बारे में क्या बताते हैं?

(ग) निम्न प्रतिगमन आउटपुट पर विचार कीजिए :

$$\hat{Y}_i = 102,192 - 9075N_i + 0.3547P_i + 1.288I_i$$

$$se = \quad (2053) \quad (0.0727) \quad (0.543)$$

$$N = 33 \quad R^2 = 0.579$$

जहाँ  $Y_i$  = प्रत्येक बुड़ी रेस्तरां में सकल बिक्री की मात्रा

$N_i$  = प्रतियोगिता: बुड़ी के स्थान के दो मील के दायरे में प्रत्यक्ष बाजार प्रतियोगियों की संख्या

$P_i$  = जनसंख्या: बुड़ी की लोकेशन के तीन मील के दायरे में रहने वाले लोगों की संख्या

$I_i$  = आय: जनसंख्या की औसत घरेलू आय

चर  $N_i$  में नकारात्मक गुणांक होने की अपेक्षा है जबकि  $P_i$  और  $I_i$  में सकारात्मक गुणांक होने की अपेक्षा है। महत्व के 5-प्रतिशत स्तर पर इन अपेक्षाओं का मूल्यांकन करने के लिए उपयुक्त परिकल्पनाओं का निर्माण और परीक्षण कीजिए।

2. (a) A researcher wants to estimate consumption function of the form,  $Consumption_i = \beta_0 + \beta_1 Income_i + \varepsilon_i$  for a district in Delhi for the year 2020. The sample data collected is given as follows :



|                       |    |   |    |   |    |    |    |   |    |   |
|-----------------------|----|---|----|---|----|----|----|---|----|---|
| Consumption (Rs.'000) | 2  | 5 | 4  | 3 | 5  | 7  | 4  | 2 | 6  | 2 |
| Income (Rs. '000)     | 11 | 8 | 10 | 8 | 12 | 11 | 12 | 9 | 10 | 9 |

Estimate the slope and intercept coefficients using ordinary least squares method.

- (b) A cross country analysis was conducted to estimate wage equation for the year 2022. The researcher added an irrelevant variable on weather of a country measured by the temperature in degree Celsius to the model. The results obtained are as follows :

Model I:

$$\widehat{Wage} = 10.3 + 0.63 Education \quad R^2 = 0.74 \quad \bar{R}^2 = 0.73$$

Model II :

$$\widehat{Wage} = 10.25 + 0.69 Education + 0.02 Weather \quad R^2 = 0.75 \quad \bar{R}^2 = 0.72$$

Should the researcher choose Model II on the basis of R-square? Explain your answer.

- (c) State 'Gauss Markov theorem' in regression analysis. Explain briefly the properties of Ordinary Least Squares estimators. (6×3=18)

(क) एक शोधकर्ता वर्ष 2020 के लिए दिल्ली में एक जिले के लिए  $Consumption_i = \beta_0 + \beta_1 Income_i + \varepsilon_i$  फॉर्म के उपभोग समारोह का अनुमान लगाना चाहता है। एकत्र किया गया नमूना डेटा निम्नानुसार दिया गया है :

|                        |    |   |    |   |    |    |    |   |    |   |
|------------------------|----|---|----|---|----|----|----|---|----|---|
| Consumption (रु. '000) | 2  | 5 | 4  | 3 | 5  | 7  | 4  | 2 | 6  | 2 |
| Income (रु. '000)      | 11 | 8 | 10 | 8 | 12 | 11 | 12 | 9 | 10 | 9 |

साधारण न्यूनतम वर्ग विधि का उपयोग करके ढलान और अवरोधन गुणांक का अनुमान लगाएं।

(ख) वर्ष 2022 के लिए मजदूरी समीकरण का अनुमान लगाने के लिए एक क्रॉस कंट्री विश्लेषण किया गया था। शोधकर्ता ने मॉडल में डिग्री सेल्सियस द्वारा मापा जाने वाले तापमान से देश के मौसम पर एक अप्रासंगिक चर जोड़ा है। प्राप्त रिजल्ट इस प्रकार हैं:

मॉडल I:

$$\widehat{Wage} = 10.3 + 0.63 \text{ Education}$$

$$R^2 = 0.74 \quad \bar{R}^2 = 0.73$$

मॉडल II:

$$\widehat{Wage} = 10.25 + 0.69 \text{ Education} + 0.02 \text{ Weather} \quad R^2 = 0.75 \quad \bar{R}^2 = 0.72$$

क्या शोधकर्ता को R-वर्ग के आधार पर मॉडल II चुनना चाहिए? अपना उत्तर स्पष्ट कीजिए।

(ग) प्रतिगमन विश्लेषण में 'गॉस मार्कोव प्रमेय' बताएं। साधारण न्यूनतम वर्ग अनुमानक के गुणों को संक्षेप में समझाइए।



3. (a) The following regression equation measures the impact of market rate of return on the return on a particular stock, where  $r_t$  is the return on the stock and  $r_{mt}$  is the market rate of return. Monthly data for 20 years is given. Standard errors are given in parenthesis.

$$\hat{r}_t = 0.7264 + 1.0598 r_{mt}$$

$$(0.3001) \quad (0.0728)$$

A stock is called volatile if coefficient of  $r_{mt}$  is greater than 1. Set up the Null and Alternative hypothesis and test whether the stock is volatile or not at 5% level of significance.

- (b) Multicollinearity of any degree violates the assumption of classical linear regression model. Is this statement correct? Explain your answer.
- (c) Explain the concept of parallel regressions and concurrent regressions in the context of Dummy Variable. (6×3=18)

(क) निम्नलिखित प्रतिगमन समीकरण किसी विशेष स्टॉक पर मिले प्रतिफल पर प्रतिफल की बाजार दर के प्रभाव को मापता है, जहाँ  $r_t$  स्टॉक पर प्रतिफल है और  $r_{mt}$  प्रतिफल की बाजार दर है।

20 वर्ष का मासिक डाटा दिया गया है। कोष्ठक में मानक त्रुटियाँ दी गई हैं।

$$\hat{r}_t = 0.7264 + 1.0598 r_{mt}$$

$$(0.3001) \quad (0.0728)$$

एक स्टॉक को अस्थिर कहा जाता है यदि  $r_{mt}$  का गुणांक 1 से अधिक है। शून्य और पैकल्पिक परिकल्पना सेट कीजिए और परीक्षण कीजिए कि स्टॉक महत्व के 5% स्तर पर अस्थिर है या नहीं।

(ख) किसी भी डिग्री की बहुसंख्यता शास्त्रीय रैखिक प्रतिगमन मॉडल की धारणा का उल्लंघन करती है। क्या यह कथन सही है? अपने उत्तर को स्पष्ट कीजिए।

(ग) डमी वेरिएबल के संदर्भ में समानांतर प्रतिगमन और समवर्ती प्रतिगमन की अवधारणा की व्याख्या कीजिए।

4. (a) Data is available on combined SAT score (Y) of 4137 students against the size of the graduating class, in hundreds (X). The estimated regression is :

$$\hat{Y} = 997.981 + 19.8145X - 2.13061X^2$$

Interpret the signs of the coefficients of X and  $X^2$ . Graph the above estimated function.

- (b) Explain the concept of Dummy variable trap with example.  
(c) Consider the following model of 528 individuals:

$$\hat{Y}_i = -0.2610 - 2.3606 D_{2i} - 1.7327 D_{3i} + 2.1289 D_{2i} D_{3i} + 0.8028 X_i$$

$$se = \quad (0.4224) \quad (0.7947) \quad (1.221) \quad (0.081)$$

Y=Hourly wage in \$, X=Years of schooling,  $D_{2i}=1$  if female and 0 if male,  $D_{3i}=1$  if non-white and non-Hispanic and 0 otherwise.



Interpret the regression coefficient of the interaction dummy and test whether it is statistically significant at 5% level of significance. (6×3=18)

- (क) स्नातक कक्षा के आकार की तुलना में 4137 छात्रों के संयुक्त सैट स्कोर (Y) पर सैकड़ा (X) में डेटा उपलब्ध है। अनुमानित प्रतिगमन है :

$$\hat{Y} = 997.981 + 19.8145X - 2.13061X^2$$

X और  $X^2$  के गुणांक के चिह्नों की व्याख्या कीजिए। उपरोक्त अनुमानित फलन का आरेख तैयार कीजिए।

- (ख) डमी वेरिएबल ट्रैप की अवधारणा को उदाहरण सहित समझाइए।

- (ग) 528 व्यक्तियों के निम्नलिखित मॉडल पर विचार कीजिए :

$$\hat{Y}_i = -0.2610 - 2.3606 D_{2i} - 1.7327 D_{3i} + 2.1289 D_{2i} D_{3i} + 0.8028 X_i$$

$$se = \quad (0.4224) \quad (0.7947) \quad (1.221) \quad (0.081)$$

Y = \$ में प्रति घंटा मजदूरी, X = स्कूली शिक्षा के वर्ष,  $D_{2i}=1$  यदि महिला और 0 यदि पुरुष,  $D_{3i}=1$  यदि गैर-श्वेत और गैर-हिस्पैनिक और 0 अन्यथा इंटरैक्शन डमी के प्रतिगमन गुणांक की व्याख्या कीजिए और परीक्षण कीजिए कि क्या यह महत्व के 5% स्तर पर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है।

5. (a) What are the consequences of having serially correlated error term in the regression model?

- (b) The estimated wage equation for 523 individuals is as follows :

$$\widehat{Wage} = -4.5244 + 0.9130 \text{ Education} + 0.0968 \text{ Experience} \quad R^2 = 0.194$$

$$se \quad (1.239) \quad (0.0821) \quad (0.0177)$$

An auxiliary regression with the squared residuals of the above model as dependent variable on education, experience, square of education, square of experience and cross product of experience and education is estimated. It was found that R-square of this auxiliary regression is 0.0214. Test for heteroscedasticity at 5% level of significance. Are the inferences based on hypothesis testing of this estimated regression model valid?

- (c) Explain Jarque-Bera test for normality of the errors. (6×3=18)

(क) प्रतिगमन मॉडल में क्रमिक रूप से सहसंबद्ध त्रुटि शब्द होने के परिणाम क्या हैं?

(ख) 523 व्यक्तियों के लिए अनुमानित मजदूरी समीकरण इस प्रकार है :

$$\widehat{Wage} = -4.5244 + 0.9130 \text{ Education} + 0.0968 \text{ Experience} \quad R^2 = 0.194$$

$$se \quad (1.239) \quad (0.0821) \quad (0.0177)$$

शिक्षा, अनुभव, शिक्षा के वर्ग, अनुभव के वर्ग और अनुभव और शिक्षा के क्रॉस उत्पाद पर निर्भर चर के रूप में उपरोक्त मॉडल के वर्ग अवशिष्टों के साथ एक सहायक प्रतिगमन का अनुमान लगाया जाता है। यह पाया गया कि इस सहायक प्रतिगमन का R-स्क्वायर 0.0214 है। महत्व के 5% स्तर पर विषमता के लिए परीक्षण कीजिए। क्या इस अनुमानित प्रतिगमन मॉडल की परिकल्पना परीक्षण पर आधारित निष्कर्ष मान्य हैं?

- (ग) त्रुटियों की सामान्यता के लिए जर्क-बेरा परीक्षण की व्याख्या कीजिए।



6. (a) In a linear regression model  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i$ , explain the use and interpretation of the intercept term  $\beta_0$ .
- (b) In a study of production function of India for the period 2001-2020, the following results were obtained :

$$\ln Q = -8.57 + 0.0272 t + 0.460 \ln K + 1.285 \ln H$$

$$se \quad (2.99) \quad (0.0204) \quad (0.333) \quad (0.324)$$

Where  $Q$  = the index of production at constant factor cost

$K$  = the gross capital stock

$H$  = hours worked

$T$  = the time trend, a proxy for technology

It was found that the correlation coefficient between  $t$  and  $\ln K$  is 0.98. What econometric problem does the regression have? How would you fix the problem?

- (c) In estimating the share of agriculture in a country's value added, the following results were obtained based on annual data for the years 1999 to 2014:

$$\hat{Y}_t = 0.4529 - 0.0041 t$$

$$se \quad (0.0011)$$

$$R^2 = 0.5284 \quad DW = 0.8252$$

where  $Y$  is the agricultural share in value added and  $t$  is time.

Test for the presence of serial correlation at 5% level of significance.

(6×3=18)

(क) एक रैखिक प्रतिगमन मॉडल  $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + u_i$  में, अवरोधन शब्द  $\beta_0$  के उपयोग और व्याख्या को स्पष्ट कीजिए।

(ख) 2001-2020 की अवधि के लिए भारत के उत्पादन फलन के एक अध्ययन में, निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए हैं :

$$\ln Q = -8.57 + 0.0272 t + 0.460 \ln K + 1.285 \ln H$$

$$se \quad (2.99) \quad (0.0204) \quad (0.333) \quad (0.324)$$

जहाँ  $Q$  = स्थिर कारक लागत पर उत्पादन सूचकांक

$K$  = सकल पूंजी स्टॉक

$H$  = काम किए गए घंटे

$T$  = समय की प्रवृत्ति, प्रौद्योगिकी के लिए एक प्रॉक्सी

यह पाया गया कि  $K$  तथा  $t$  के बीच सहसंबंध गुणांक 0.98 है। प्रतिगमन में क्या अर्थमितीय समस्या है? आप इस समस्या को कैसे ठीक करेंगे?

(ग) किसी देश के मूल्य वर्धित में कृषि की हिस्सेदारी का अनुमान लगाने में, वर्ष 1999 से 2014 के वार्षिक आंकड़ों के आधार पर निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किए गए थे :

$$\hat{Y}_t = 0.4529 - 0.0041 t$$

$$se \quad (0.0011)$$

$$R^2 = 0.5284 \quad DW = 0.8252$$

जहाँ मूल्यवर्धित में कृषि का हिस्सा  $Y$  है और  $t$  समय है।

महत्त्व के 5% स्तर पर क्रमिक सहसंबंध की उपस्थिति का परीक्षण कीजिए।

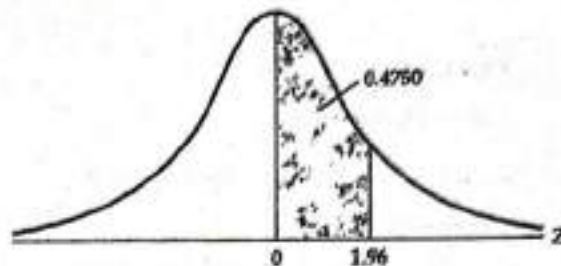


TABLE E-1a AREAS UNDER THE STANDARDIZED NORMAL DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(0 \leq Z \leq 1.96) = 0.4750$$

$$\Pr(Z \geq 1.96) = 0.5 - 0.4750 = 0.025$$



| Z   | .00   | .01   | .02   | .03   | .04   | .05   | .06   | .07   | .08   | .09   |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .0000 | .0040 | .0080 | .0120 | .0160 | .0199 | .0239 | .0279 | .0319 | .0359 |
| 0.1 | .0398 | .0438 | .0478 | .0517 | .0557 | .0596 | .0636 | .0675 | .0714 | .0753 |
| 0.2 | .0793 | .0832 | .0871 | .0910 | .0948 | .0987 | .1026 | .1064 | .1103 | .1141 |
| 0.3 | .1179 | .1217 | .1255 | .1293 | .1331 | .1368 | .1406 | .1443 | .1480 | .1517 |
| 0.4 | .1554 | .1591 | .1628 | .1664 | .1700 | .1736 | .1772 | .1808 | .1844 | .1879 |
| 0.5 | .1915 | .1950 | .1985 | .2019 | .2054 | .2088 | .2123 | .2157 | .2190 | .2224 |
| 0.6 | .2257 | .2291 | .2324 | .2357 | .2389 | .2422 | .2454 | .2486 | .2517 | .2549 |
| 0.7 | .2580 | .2611 | .2642 | .2673 | .2704 | .2734 | .2764 | .2794 | .2823 | .2852 |
| 0.8 | .2881 | .2910 | .2939 | .2967 | .2995 | .3023 | .3051 | .3078 | .3106 | .3133 |
| 0.9 | .3159 | .3186 | .3212 | .3238 | .3264 | .3289 | .3315 | .3340 | .3365 | .3389 |
| 1.0 | .3413 | .3438 | .3461 | .3485 | .3508 | .3531 | .3554 | .3577 | .3599 | .3621 |
| 1.1 | .3643 | .3665 | .3686 | .3708 | .3729 | .3749 | .3770 | .3790 | .3810 | .3830 |
| 1.2 | .3849 | .3869 | .3888 | .3907 | .3925 | .3944 | .3962 | .3980 | .3997 | .4015 |
| 1.3 | .4032 | .4049 | .4066 | .4082 | .4099 | .4115 | .4131 | .4147 | .4162 | .4177 |
| 1.4 | .4192 | .4207 | .4222 | .4236 | .4251 | .4265 | .4279 | .4292 | .4306 | .4319 |
| 1.5 | .4332 | .4345 | .4357 | .4370 | .4382 | .4394 | .4406 | .4418 | .4429 | .4441 |
| 1.6 | .4452 | .4463 | .4474 | .4484 | .4495 | .4505 | .4515 | .4525 | .4535 | .4545 |
| 1.7 | .4554 | .4564 | .4573 | .4582 | .4591 | .4599 | .4608 | .4616 | .4625 | .4633 |
| 1.8 | .4641 | .4649 | .4656 | .4664 | .4671 | .4678 | .4686 | .4693 | .4699 | .4706 |
| 1.9 | .4713 | .4719 | .4726 | .4732 | .4738 | .4744 | .4750 | .4756 | .4761 | .4767 |
| 2.0 | .4772 | .4778 | .4783 | .4788 | .4793 | .4798 | .4803 | .4808 | .4812 | .4817 |
| 2.1 | .4821 | .4826 | .4830 | .4834 | .4838 | .4842 | .4846 | .4850 | .4854 | .4857 |
| 2.2 | .4861 | .4864 | .4868 | .4871 | .4875 | .4878 | .4881 | .4884 | .4887 | .4890 |
| 2.3 | .4893 | .4896 | .4898 | .4901 | .4904 | .4906 | .4909 | .4911 | .4913 | .4916 |
| 2.4 | .4918 | .4920 | .4922 | .4925 | .4927 | .4929 | .4931 | .4932 | .4934 | .4936 |
| 2.5 | .4938 | .4940 | .4941 | .4943 | .4945 | .4946 | .4948 | .4949 | .4951 | .4952 |
| 2.6 | .4953 | .4955 | .4956 | .4957 | .4959 | .4960 | .4961 | .4962 | .4963 | .4964 |
| 2.7 | .4965 | .4966 | .4967 | .4968 | .4969 | .4970 | .4971 | .4972 | .4973 | .4974 |
| 2.8 | .4974 | .4975 | .4976 | .4977 | .4977 | .4978 | .4979 | .4979 | .4980 | .4981 |
| 2.9 | .4981 | .4982 | .4982 | .4983 | .4984 | .4984 | .4985 | .4985 | .4986 | .4986 |
| 3.0 | .4987 | .4987 | .4987 | .4988 | .4988 | .4989 | .4989 | .4989 | .4990 | .4990 |

Note: This table gives the area in the right-hand tail of the distribution (i.e.,  $Z \geq 0$ ). But since the normal distribution is symmetrical about  $Z = 0$ , the area in the left-hand tail is the same as the area in the corresponding right-hand tail. For example,  $\Pr(-1.96 \leq Z \leq 0) = 0.4750$ . Therefore,  $\Pr(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 2(0.4750) = 0.95$ .

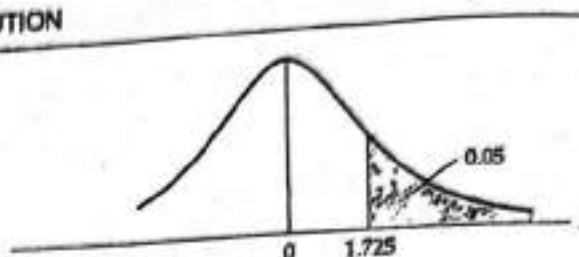
TABLE E-2 PERCENTAGE POINTS OF THE *t* DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(t > 2.086) = 0.025$$

$$\Pr(t > 1.725) = 0.05 \quad \text{for d.f.} = 20$$

$$\Pr(|t| > 1.725) = 0.10$$



| d.f. | Pr<br>0.25<br>0.50 | 0.10<br>0.20 | 0.05<br>0.10 | 0.025<br>0.05 | 0.01<br>0.02 | 0.005<br>0.010 | 0.001<br>0.002 |
|------|--------------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 1    | 1.000              | 3.078        | 6.314        | 12.706        | 31.821       | 63.657         | 318.31         |
| 2    | 0.816              | 1.886        | 2.920        | 4.303         | 6.965        | 9.925          | 22.327         |
| 3    | 0.765              | 1.638        | 2.353        | 3.182         | 4.541        | 5.841          | 10.214         |
| 4    | 0.741              | 1.533        | 2.132        | 2.776         | 3.747        | 4.604          | 7.173          |
| 5    | 0.727              | 1.476        | 2.015        | 2.571         | 3.365        | 4.032          | 5.893          |
| 6    | 0.718              | 1.440        | 1.943        | 2.447         | 3.143        | 3.707          | 5.208          |
| 7    | 0.711              | 1.415        | 1.895        | 2.365         | 2.998        | 3.499          | 4.785          |
| 8    | 0.706              | 1.397        | 1.860        | 2.306         | 2.896        | 3.355          | 4.501          |
| 9    | 0.703              | 1.383        | 1.833        | 2.262         | 2.821        | 3.250          | 4.297          |
| 10   | 0.700              | 1.372        | 1.812        | 2.228         | 2.764        | 3.169          | 4.144          |
| 11   | 0.697              | 1.363        | 1.796        | 2.201         | 2.718        | 3.106          | 4.025          |
| 12   | 0.695              | 1.356        | 1.782        | 2.179         | 2.681        | 3.055          | 3.930          |
| 13   | 0.694              | 1.350        | 1.771        | 2.160         | 2.650        | 3.012          | 3.852          |
| 14   | 0.692              | 1.345        | 1.761        | 2.145         | 2.624        | 2.977          | 3.787          |
| 15   | 0.691              | 1.341        | 1.753        | 2.131         | 2.602        | 2.947          | 3.733          |
| 16   | 0.690              | 1.337        | 1.746        | 2.120         | 2.583        | 2.921          | 3.686          |
| 17   | 0.689              | 1.333        | 1.740        | 2.110         | 2.567        | 2.898          | 3.646          |
| 18   | 0.688              | 1.330        | 1.734        | 2.101         | 2.552        | 2.878          | 3.610          |
| 19   | 0.688              | 1.328        | 1.729        | 2.093         | 2.539        | 2.861          | 3.579          |
| 20   | 0.687              | 1.325        | 1.725        | 2.086         | 2.528        | 2.845          | 3.552          |
| 21   | 0.686              | 1.323        | 1.721        | 2.080         | 2.518        | 2.831          | 3.527          |
| 22   | 0.686              | 1.321        | 1.717        | 2.074         | 2.508        | 2.819          | 3.505          |
| 23   | 0.685              | 1.319        | 1.714        | 2.069         | 2.500        | 2.807          | 3.485          |
| 24   | 0.685              | 1.318        | 1.711        | 2.064         | 2.492        | 2.797          | 3.467          |
| 25   | 0.684              | 1.316        | 1.708        | 2.060         | 2.485        | 2.787          | 3.450          |
| 26   | 0.684              | 1.315        | 1.706        | 2.056         | 2.479        | 2.779          | 3.435          |
| 27   | 0.684              | 1.314        | 1.703        | 2.052         | 2.473        | 2.771          | 3.421          |
| 28   | 0.683              | 1.313        | 1.701        | 2.048         | 2.467        | 2.763          | 3.408          |
| 29   | 0.683              | 1.311        | 1.699        | 2.045         | 2.462        | 2.756          | 3.396          |
| 30   | 0.683              | 1.310        | 1.697        | 2.042         | 2.457        | 2.750          | 3.385          |
| 40   | 0.681              | 1.303        | 1.684        | 2.021         | 2.423        | 2.704          | 3.307          |
| 60   | 0.679              | 1.296        | 1.671        | 2.000         | 2.390        | 2.660          | 3.232          |
| 120  | 0.677              | 1.289        | 1.658        | 1.980         | 2.358        | 2.617          | 3.160          |
| ∞    | 0.674              | 1.282        | 1.645        | 1.960         | 2.326        | 2.576          | 3.090          |

Note: The smaller probability shown at the head of each column is the area in one tail; the larger probability is the area in both tails.

Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 12, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.



| d.f. for numerator $N_1$ |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |          |     | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----|----------------------------|
| 15                       | 20     | 24     | 30     | 40     | 50     | 60     | 100    | 120    | 200    | 500    | $\infty$ | Pr  |                            |
| 9.49                     | 9.58   | 9.63   | 9.67   | 9.71   | 9.74   | 9.76   | 9.78   | 9.80   | 9.82   | 9.84   | 9.85     | .25 | 1                          |
| 61.20                    | 61.70  | 62.00  | 62.30  | 62.50  | 62.70  | 62.80  | 63.00  | 63.10  | 63.20  | 63.30  | 63.30    | .10 |                            |
| 246.00                   | 248.00 | 249.00 | 250.00 | 251.00 | 252.00 | 252.00 | 253.00 | 253.00 | 254.00 | 254.00 | 254.00   | .05 |                            |
| 3.41                     | 3.43   | 3.43   | 3.44   | 3.45   | 3.45   | 3.46   | 3.47   | 3.47   | 3.48   | 3.48   | 3.48     | .25 | 2                          |
| 9.42                     | 9.44   | 9.45   | 9.46   | 9.47   | 9.47   | 9.47   | 9.48   | 9.48   | 9.49   | 9.49   | 9.49     | .10 |                            |
| 19.40                    | 19.40  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50  | 19.50    | .05 |                            |
| 99.40                    | 99.40  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50  | 99.50    | .01 | 3                          |
| 2.46                     | 2.46   | 2.46   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47   | 2.47     | .25 |                            |
| 5.20                     | 5.18   | 5.18   | 5.17   | 5.16   | 5.15   | 5.15   | 5.14   | 5.14   | 5.14   | 5.14   | 5.13     | .10 |                            |
| 8.70                     | 8.66   | 8.64   | 8.62   | 8.59   | 8.58   | 8.57   | 8.55   | 8.55   | 8.54   | 8.53   | 8.53     | .05 | 4                          |
| 26.90                    | 26.70  | 26.60  | 26.50  | 26.40  | 26.40  | 26.30  | 26.20  | 26.20  | 26.20  | 26.10  | 26.10    | .01 |                            |
| 2.08                     | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08   | 2.08     | .25 |                            |
| 3.87                     | 3.84   | 3.83   | 3.82   | 3.80   | 3.80   | 3.79   | 3.78   | 3.78   | 3.77   | 3.76   | 3.76     | .10 | 5                          |
| 5.86                     | 5.80   | 5.77   | 5.75   | 5.72   | 5.70   | 5.69   | 5.66   | 5.66   | 5.65   | 5.64   | 5.63     | .05 |                            |
| 14.20                    | 14.00  | 13.90  | 13.80  | 13.70  | 13.70  | 13.70  | 13.60  | 13.60  | 13.50  | 13.50  | 13.50    | .01 |                            |
| 1.89                     | 1.88   | 1.88   | 1.88   | 1.88   | 1.88   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87   | 1.87     | .25 | 6                          |
| 3.24                     | 3.21   | 3.19   | 3.17   | 3.16   | 3.15   | 3.14   | 3.13   | 3.12   | 3.12   | 3.11   | 3.10     | .10 |                            |
| 4.62                     | 4.56   | 4.53   | 4.50   | 4.46   | 4.44   | 4.43   | 4.41   | 4.40   | 4.39   | 4.37   | 4.36     | .05 |                            |
| 9.72                     | 9.55   | 9.47   | 9.38   | 9.29   | 9.24   | 9.20   | 9.13   | 9.11   | 9.08   | 9.04   | 9.02     | .01 | 7                          |
| 1.76                     | 1.76   | 1.75   | 1.75   | 1.75   | 1.75   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74   | 1.74     | .25 |                            |
| 2.87                     | 2.84   | 2.82   | 2.80   | 2.78   | 2.77   | 2.76   | 2.75   | 2.74   | 2.73   | 2.73   | 2.72     | .10 |                            |
| 3.94                     | 3.87   | 3.84   | 3.81   | 3.77   | 3.75   | 3.74   | 3.71   | 3.70   | 3.69   | 3.68   | 3.67     | .05 | 8                          |
| 7.56                     | 7.40   | 7.31   | 7.23   | 7.14   | 7.09   | 7.06   | 6.99   | 6.97   | 6.93   | 6.90   | 6.88     | .01 |                            |
| 1.68                     | 1.67   | 1.67   | 1.66   | 1.66   | 1.66   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65     | .25 |                            |
| 2.63                     | 2.59   | 2.58   | 2.56   | 2.54   | 2.52   | 2.51   | 2.50   | 2.49   | 2.48   | 2.48   | 2.47     | .10 | 9                          |
| 3.51                     | 3.44   | 3.41   | 3.38   | 3.34   | 3.32   | 3.30   | 3.27   | 3.27   | 3.25   | 3.24   | 3.23     | .05 |                            |
| 6.31                     | 6.16   | 6.07   | 5.99   | 5.91   | 5.86   | 5.82   | 5.75   | 5.74   | 5.70   | 5.67   | 5.65     | .01 |                            |
| 1.62                     | 1.61   | 1.60   | 1.60   | 1.59   | 1.59   | 1.59   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | 1.58   | 1.58     | .25 | 10                         |
| 2.46                     | 2.42   | 2.40   | 2.38   | 2.36   | 2.35   | 2.34   | 2.32   | 2.32   | 2.31   | 2.30   | 2.29     | .10 |                            |
| 3.22                     | 3.15   | 3.12   | 3.08   | 3.04   | 3.02   | 3.01   | 2.97   | 2.97   | 2.95   | 2.94   | 2.93     | .05 |                            |
| 5.52                     | 5.36   | 5.28   | 5.20   | 5.12   | 5.07   | 5.03   | 4.96   | 4.95   | 4.91   | 4.88   | 4.86     | .01 | 11                         |
| 1.57                     | 1.56   | 1.56   | 1.55   | 1.55   | 1.54   | 1.54   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | 1.53   | 1.53     | .25 |                            |
| 2.34                     | 2.30   | 2.28   | 2.25   | 2.23   | 2.22   | 2.21   | 2.19   | 2.18   | 2.17   | 2.17   | 2.16     | .10 |                            |
| 3.01                     | 2.94   | 2.90   | 2.86   | 2.83   | 2.80   | 2.79   | 2.76   | 2.75   | 2.73   | 2.72   | 2.71     | .05 | 12                         |
| 4.96                     | 4.81   | 4.73   | 4.65   | 4.57   | 4.52   | 4.48   | 4.42   | 4.40   | 4.36   | 4.33   | 4.31     | .01 |                            |

| d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |     | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----|----------------------------|
| 15                       | 20   | 24   | 30   | 40   | 50   | 60   | 100  | 120  | 200  | 500  | $\infty$ | Pr  |                            |
| 1.53                     | 1.52 | 1.52 | 1.51 | 1.51 | 1.50 | 1.50 | 1.49 | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.48     | .25 | 10                         |
| 2.24                     | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.13 | 2.12 | 2.11 | 2.09 | 2.08 | 2.07 | 2.06 | 2.06     | .10 |                            |
| 2.85                     | 2.77 | 2.74 | 2.70 | 2.66 | 2.64 | 2.62 | 2.59 | 2.58 | 2.56 | 2.55 | 2.54     | .05 |                            |
| 4.56                     | 4.41 | 4.33 | 4.25 | 4.17 | 4.12 | 4.08 | 4.01 | 4.00 | 3.96 | 3.93 | 3.91     | .01 |                            |
| 1.50                     | 1.49 | 1.49 | 1.48 | 1.47 | 1.47 | 1.47 | 1.46 | 1.46 | 1.46 | 1.45 | 1.45     | .25 | 11                         |
| 2.17                     | 2.12 | 2.10 | 2.08 | 2.05 | 2.04 | 2.03 | 2.00 | 2.00 | 1.99 | 1.98 | 1.97     | .10 |                            |
| 2.72                     | 2.65 | 2.61 | 2.57 | 2.53 | 2.51 | 2.49 | 2.46 | 2.45 | 2.43 | 2.42 | 2.40     | .05 |                            |
| 4.25                     | 4.10 | 4.02 | 3.94 | 3.86 | 3.81 | 3.78 | 3.71 | 3.69 | 3.66 | 3.62 | 3.60     | .01 |                            |
| 1.48                     | 1.47 | 1.46 | 1.45 | 1.45 | 1.44 | 1.44 | 1.43 | 1.43 | 1.43 | 1.42 | 1.42     | .25 | 12                         |
| 2.10                     | 2.06 | 2.04 | 2.01 | 1.99 | 1.97 | 1.96 | 1.94 | 1.93 | 1.92 | 1.91 | 1.90     | .10 |                            |
| 2.62                     | 2.54 | 2.51 | 2.47 | 2.43 | 2.40 | 2.38 | 2.35 | 2.34 | 2.32 | 2.31 | 2.30     | .05 |                            |
| 4.01                     | 3.86 | 3.78 | 3.70 | 3.62 | 3.57 | 3.54 | 3.47 | 3.45 | 3.41 | 3.38 | 3.36     | .01 |                            |
| 1.46                     | 1.45 | 1.44 | 1.43 | 1.42 | 1.42 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.40     | .25 | 13                         |
| 2.05                     | 2.01 | 1.98 | 1.96 | 1.93 | 1.92 | 1.90 | 1.88 | 1.88 | 1.86 | 1.85 | 1.85     | .10 |                            |
| 2.53                     | 2.46 | 2.42 | 2.38 | 2.34 | 2.31 | 2.30 | 2.26 | 2.25 | 2.23 | 2.22 | 2.21     | .05 |                            |
| 3.82                     | 3.66 | 3.59 | 3.51 | 3.43 | 3.38 | 3.34 | 3.27 | 3.25 | 3.22 | 3.19 | 3.17     | .01 |                            |
| 1.44                     | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38     | .25 | 14                         |
| 2.01                     | 1.96 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.87 | 1.86 | 1.83 | 1.83 | 1.82 | 1.80 | 1.80     | .10 |                            |
| 2.46                     | 2.39 | 2.35 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.22 | 2.19 | 2.18 | 2.16 | 2.14 | 2.13     | .05 |                            |
| 3.66                     | 3.51 | 3.43 | 3.35 | 3.27 | 3.22 | 3.18 | 3.11 | 3.09 | 3.06 | 3.03 | 3.00     | .01 |                            |
| 1.43                     | 1.41 | 1.41 | 1.40 | 1.39 | 1.39 | 1.38 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.36     | .25 | 15                         |
| 1.97                     | 1.92 | 1.90 | 1.87 | 1.85 | 1.83 | 1.82 | 1.79 | 1.79 | 1.77 | 1.76 | 1.76     | .10 |                            |
| 2.40                     | 2.33 | 2.29 | 2.25 | 2.20 | 2.18 | 2.16 | 2.12 | 2.11 | 2.10 | 2.08 | 2.07     | .05 |                            |
| 3.52                     | 3.37 | 3.29 | 3.21 | 3.13 | 3.08 | 3.05 | 2.98 | 2.96 | 2.92 | 2.89 | 2.87     | .01 |                            |
| 1.41                     | 1.40 | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.37 | 1.36 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34     | .25 | 16                         |
| 1.94                     | 1.89 | 1.87 | 1.84 | 1.81 | 1.79 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.74 | 1.73 | 1.72     | .10 |                            |
| 2.35                     | 2.28 | 2.24 | 2.19 | 2.15 | 2.12 | 2.11 | 2.07 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 2.01     | .05 |                            |
| 3.41                     | 3.26 | 3.18 | 3.10 | 3.02 | 2.97 | 2.93 | 2.86 | 2.84 | 2.81 | 2.78 | 2.75     | .01 |                            |
| 1.40                     | 1.39 | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33     | .25 | 17                         |
| 1.91                     | 1.86 | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.76 | 1.75 | 1.73 | 1.72 | 1.71 | 1.69 | 1.69     | .10 |                            |
| 2.31                     | 2.23 | 2.19 | 2.15 | 2.10 | 2.08 | 2.06 | 2.02 | 2.01 | 1.99 | 1.97 | 1.96     | .05 |                            |
| 3.31                     | 3.16 | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.87 | 2.83 | 2.76 | 2.75 | 2.71 | 2.68 | 2.65     | .01 |                            |
| 1.39                     | 1.38 | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.32 | 1.32     | .25 | 18                         |
| 1.89                     | 1.84 | 1.81 | 1.78 | 1.75 | 1.74 | 1.72 | 1.70 | 1.69 | 1.68 | 1.67 | 1.66     | .10 |                            |
| 2.27                     | 2.19 | 2.15 | 2.11 | 2.06 | 2.04 | 2.02 | 1.98 | 1.97 | 1.95 | 1.93 | 1.92     | .05 |                            |
| 3.23                     | 3.08 | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.78 | 2.75 | 2.68 | 2.66 | 2.62 | 2.59 | 2.57     | .01 |                            |
| 1.38                     | 1.37 | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30     | .25 | 19                         |
| 1.86                     | 1.81 | 1.79 | 1.76 | 1.73 | 1.71 | 1.70 | 1.67 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.63     | .10 |                            |
| 2.23                     | 2.16 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.00 | 1.98 | 1.94 | 1.93 | 1.91 | 1.89 | 1.88     | .05 |                            |
| 3.15                     | 3.00 | 2.92 | 2.84 | 2.76 | 2.71 | 2.67 | 2.60 | 2.58 | 2.55 | 2.51 | 2.49     | .01 |                            |
| 1.37                     | 1.36 | 1.35 | 1.34 | 1.33 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.29     | .25 | 20                         |
| 1.84                     | 1.79 | 1.77 | 1.74 | 1.71 | 1.69 | 1.68 | 1.65 | 1.64 | 1.63 | 1.62 | 1.61     | .10 |                            |
| 2.20                     | 2.12 | 2.08 | 2.04 | 1.99 | 1.97 | 1.95 | 1.91 | 1.90 | 1.88 | 1.86 | 1.84     | .05 |                            |
| 3.09                     | 2.94 | 2.86 | 2.78 | 2.69 | 2.64 | 2.61 | 2.54 | 2.52 | 2.48 | 2.44 | 2.42     | .01 |                            |



| d.f. for numerator $N_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |          |     | d.f. for denominator $N_2$ |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----------|-----|----------------------------|
| 15                       | 20   | 24   | 30   | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 200  | 500  | $\infty$ | Pr  |                            |
| 1.36                     | 1.34 | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.29 | 1.29 | 1.28     | .25 | 22                         |
| 1.81                     | 1.75 | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.65 | 1.64 | 1.61 | 1.60 | 1.59 | 1.58 | 1.57     | .10 |                            |
| 2.15                     | 2.07 | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.91 | 1.89 | 1.85 | 1.84 | 1.82 | 1.80 | 1.78     | .05 |                            |
| 2.98                     | 2.83 | 2.75 | 2.67 | 2.58 | 2.53 | 2.50 | 2.42 | 2.40 | 2.36 | 2.33 | 2.31     | .01 |                            |
| 1.35                     | 1.33 | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.27 | 1.27 | 1.26     | .25 | 24                         |
| 1.78                     | 1.73 | 1.70 | 1.67 | 1.64 | 1.62 | 1.61 | 1.58 | 1.57 | 1.56 | 1.54 | 1.53     | .10 |                            |
| 2.11                     | 2.03 | 1.98 | 1.94 | 1.89 | 1.86 | 1.84 | 1.80 | 1.79 | 1.77 | 1.75 | 1.73     | .05 |                            |
| 2.89                     | 2.74 | 2.66 | 2.58 | 2.49 | 2.44 | 2.40 | 2.33 | 2.31 | 2.27 | 2.24 | 2.21     | .01 |                            |
| 1.34                     | 1.32 | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.28 | 1.26 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.25     | .25 | 26                         |
| 1.75                     | 1.71 | 1.68 | 1.65 | 1.61 | 1.59 | 1.58 | 1.55 | 1.54 | 1.53 | 1.51 | 1.50     | .10 |                            |
| 2.07                     | 1.99 | 1.95 | 1.90 | 1.85 | 1.82 | 1.80 | 1.76 | 1.75 | 1.78 | 1.71 | 1.69     | .05 |                            |
| 2.81                     | 2.66 | 2.58 | 2.50 | 2.42 | 2.36 | 2.33 | 2.25 | 2.23 | 2.19 | 2.16 | 2.13     | .01 |                            |
| 1.33                     | 1.31 | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.27 | 1.26 | 1.25 | 1.25 | 1.24 | 1.24     | .25 | 28                         |
| 1.74                     | 1.69 | 1.66 | 1.63 | 1.59 | 1.57 | 1.56 | 1.53 | 1.52 | 1.50 | 1.49 | 1.48     | .10 |                            |
| 2.04                     | 1.96 | 1.91 | 1.87 | 1.82 | 1.79 | 1.77 | 1.73 | 1.71 | 1.69 | 1.67 | 1.65     | .05 |                            |
| 2.75                     | 2.60 | 2.52 | 2.44 | 2.35 | 2.30 | 2.26 | 2.19 | 2.17 | 2.13 | 2.09 | 2.06     | .01 |                            |
| 1.32                     | 1.30 | 1.29 | 1.28 | 1.27 | 1.26 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.24 | 1.23 | 1.23     | .25 | 30                         |
| 1.72                     | 1.67 | 1.64 | 1.61 | 1.57 | 1.55 | 1.54 | 1.51 | 1.50 | 1.48 | 1.47 | 1.46     | .10 |                            |
| 2.01                     | 1.93 | 1.89 | 1.84 | 1.79 | 1.76 | 1.74 | 1.70 | 1.68 | 1.66 | 1.64 | 1.62     | .05 |                            |
| 2.70                     | 2.55 | 2.47 | 2.39 | 2.30 | 2.25 | 2.21 | 2.13 | 2.11 | 2.07 | 2.03 | 2.01     | .01 |                            |
| 1.30                     | 1.28 | 1.26 | 1.25 | 1.24 | 1.23 | 1.22 | 1.21 | 1.21 | 1.20 | 1.19 | 1.19     | .25 | 40                         |
| 1.66                     | 1.61 | 1.57 | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.47 | 1.43 | 1.42 | 1.41 | 1.39 | 1.38     | .10 |                            |
| 1.92                     | 1.84 | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.66 | 1.64 | 1.59 | 1.58 | 1.55 | 1.53 | 1.51     | .05 |                            |
| 2.52                     | 2.37 | 2.29 | 2.20 | 2.11 | 2.06 | 2.02 | 1.94 | 1.92 | 1.87 | 1.83 | 1.80     | .01 |                            |
| 1.27                     | 1.25 | 1.24 | 1.22 | 1.21 | 1.20 | 1.19 | 1.17 | 1.17 | 1.16 | 1.15 | 1.15     | .25 | 60                         |
| 1.60                     | 1.54 | 1.51 | 1.48 | 1.44 | 1.41 | 1.40 | 1.36 | 1.35 | 1.33 | 1.31 | 1.29     | .10 |                            |
| 1.84                     | 1.75 | 1.70 | 1.65 | 1.59 | 1.56 | 1.53 | 1.48 | 1.47 | 1.44 | 1.41 | 1.39     | .05 |                            |
| 2.35                     | 2.20 | 2.12 | 2.03 | 1.94 | 1.88 | 1.84 | 1.75 | 1.73 | 1.68 | 1.63 | 1.60     | .01 |                            |
| 1.24                     | 1.22 | 1.21 | 1.19 | 1.18 | 1.17 | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.11 | 1.10     | .25 | 120                        |
| 1.55                     | 1.48 | 1.45 | 1.41 | 1.37 | 1.34 | 1.32 | 1.27 | 1.26 | 1.24 | 1.21 | 1.19     | .10 |                            |
| 1.75                     | 1.66 | 1.61 | 1.55 | 1.50 | 1.46 | 1.43 | 1.37 | 1.35 | 1.32 | 1.28 | 1.25     | .05 |                            |
| 2.19                     | 2.03 | 1.95 | 1.86 | 1.76 | 1.70 | 1.66 | 1.56 | 1.53 | 1.48 | 1.42 | 1.39     | .01 |                            |
| 1.23                     | 1.21 | 1.20 | 1.18 | 1.16 | 1.14 | 1.12 | 1.11 | 1.10 | 1.09 | 1.08 | 1.06     | .25 | 200                        |
| 1.52                     | 1.46 | 1.42 | 1.38 | 1.34 | 1.31 | 1.29 | 1.24 | 1.22 | 1.20 | 1.17 | 1.14     | .10 |                            |
| 1.72                     | 1.62 | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.41 | 1.39 | 1.32 | 1.29 | 1.26 | 1.22 | 1.19     | .05 |                            |
| 2.13                     | 1.97 | 1.89 | 1.79 | 1.69 | 1.63 | 1.58 | 1.48 | 1.44 | 1.39 | 1.33 | 1.28     | .01 |                            |
| 1.22                     | 1.19 | 1.18 | 1.16 | 1.14 | 1.13 | 1.12 | 1.09 | 1.08 | 1.07 | 1.04 | 1.00     | .25 | $\infty$                   |
| 1.49                     | 1.42 | 1.38 | 1.34 | 1.30 | 1.28 | 1.24 | 1.18 | 1.17 | 1.13 | 1.08 | 1.00     | .10 |                            |
| 1.67                     | 1.57 | 1.52 | 1.46 | 1.39 | 1.35 | 1.32 | 1.24 | 1.22 | 1.17 | 1.11 | 1.00     | .05 |                            |
| 2.04                     | 1.88 | 1.79 | 1.70 | 1.59 | 1.52 | 1.47 | 1.36 | 1.32 | 1.25 | 1.15 | 1.00     | .01 |                            |

| .750    | .500    | .250    | .100    | .050    | .025    | .010    | .005    |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| .1015   | .4549   | 1.3233  | 2.7055  | 3.8415  | 5.0239  | 6.6349  | 7.8794  |
| .5754   | 1.3863  | 2.7726  | 4.6052  | 5.9915  | 7.3778  | 9.2103  | 10.5966 |
| 1.2125  | 2.3660  | 4.1084  | 6.2514  | 7.8147  | 9.3484  | 11.3449 | 12.8381 |
| 1.9226  | 3.3567  | 5.3853  | 7.7794  | 9.4877  | 11.1433 | 13.2767 | 14.8802 |
| 2.6746  | 4.3515  | 6.6257  | 9.2364  | 11.0705 | 12.8325 | 15.0863 | 16.7496 |
| 3.4546  | 5.3481  | 7.8408  | 10.6446 | 12.5918 | 14.4494 | 16.8119 | 18.5478 |
| 4.2549  | 6.3458  | 9.0372  | 12.0170 | 14.0671 | 16.0128 | 18.4753 | 20.2777 |
| 5.0706  | 7.3441  | 10.2188 | 13.3616 | 15.5073 | 17.5348 | 20.0902 | 21.9550 |
| 5.8988  | 8.3428  | 11.3887 | 14.6837 | 16.9190 | 19.0228 | 21.6660 | 23.5893 |
| 6.7372  | 9.3418  | 12.5489 | 15.9871 | 18.3070 | 20.4831 | 23.2093 | 25.1882 |
| 7.5841  | 10.3410 | 13.7007 | 17.2750 | 19.6751 | 21.9200 | 24.7250 | 26.7569 |
| 8.4384  | 11.3403 | 14.8454 | 18.5494 | 21.0261 | 23.3367 | 26.2170 | 28.2995 |
| 9.2991  | 12.3398 | 15.9839 | 19.8119 | 22.3621 | 24.7356 | 27.6883 | 29.8194 |
| 10.1653 | 13.3393 | 17.1170 | 21.0842 | 23.6848 | 26.1190 | 29.1413 | 31.3193 |
| 11.0365 | 14.3389 | 18.2451 | 22.3072 | 24.9958 | 27.4884 | 30.5779 | 32.8013 |
| 11.9122 | 15.3385 | 19.3688 | 23.5418 | 26.2962 | 28.8454 | 31.9999 | 34.2672 |
| 12.7919 | 16.3381 | 20.4887 | 24.7690 | 27.5871 | 30.1910 | 33.4087 | 35.7185 |
| 13.6753 | 17.3379 | 21.6049 | 25.9894 | 28.8693 | 31.5264 | 34.8053 | 37.1564 |
| 14.5620 | 18.3376 | 22.7178 | 27.2036 | 30.1435 | 32.8523 | 36.1906 | 38.5822 |
| 15.4518 | 19.3374 | 23.8277 | 28.4120 | 31.4104 | 34.1696 | 37.5662 | 39.9968 |
| 16.3444 | 20.3372 | 24.9348 | 29.6151 | 32.6705 | 35.4789 | 38.9321 | 41.4010 |
| 17.2396 | 21.3370 | 26.0393 | 30.8133 | 33.9244 | 36.7807 | 40.2894 | 42.7956 |
| 18.1373 | 22.3369 | 27.1413 | 32.0069 | 35.1725 | 38.0757 | 41.6384 | 44.1813 |
| 19.0372 | 23.3367 | 28.2412 | 33.1963 | 36.4151 | 39.3641 | 42.9798 | 45.5585 |
| 19.9393 | 24.3366 | 29.3389 | 34.3816 | 37.6525 | 40.6465 | 44.3141 | 46.9278 |
| 20.8434 | 25.3364 | 30.4345 | 35.5631 | 38.8852 | 41.9232 | 45.6417 | 48.2899 |
| 21.7494 | 26.3363 | 31.5284 | 36.7412 | 40.1133 | 43.1944 | 46.9630 | 49.6449 |
| 22.6572 | 27.3363 | 32.6205 | 37.9159 | 41.3372 | 44.4607 | 48.2782 | 50.9933 |
| 23.5666 | 28.3362 | 33.7109 | 39.0875 | 42.5569 | 45.7222 | 49.5879 | 52.3356 |
| 24.4776 | 29.3360 | 34.7998 | 40.2560 | 43.7729 | 46.9792 | 50.8922 | 53.6720 |
| 33.6603 | 39.3354 | 45.6160 | 51.8050 | 55.7585 | 59.3417 | 63.6907 | 66.7659 |
| 42.9421 | 49.3349 | 56.3336 | 63.1671 | 67.5048 | 71.4202 | 76.1539 | 79.4900 |
| 52.2938 | 59.3347 | 66.9814 | 74.3970 | 79.0819 | 83.2976 | 88.3794 | 91.9517 |
| 61.6983 | 69.3344 | 77.5766 | 85.5271 | 90.5312 | 95.0231 | 100.425 | 104.215 |
| 71.1445 | 79.3343 | 88.1303 | 96.5782 | 101.879 | 106.629 | 112.329 | 116.321 |
| 80.6247 | 89.3342 | 98.6499 | 107.565 | 113.145 | 118.136 | 124.116 | 128.299 |
| 90.1332 | 99.3341 | 109.141 | 118.498 | 124.342 | 129.561 | 135.807 | 140.169 |

Source: Abridged from E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., Table 8, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.



| n   | k' = 11        |                | k' = 12        |                | k' = 13        |                | k' = 14        |                | k' = 15        |                | k' = 16        |                | k' = 17        |                | k' = 18        |                | k' = 19        |                | k' = 20        |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> |
| 16  | 0.098          | 3.503          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 17  | 0.138          | 3.378          | 0.087          | 3.567          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 18  | 0.177          | 3.265          | 0.123          | 3.441          | 0.078          | 3.603          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 19  | 0.220          | 3.159          | 0.160          | 3.335          | 0.111          | 3.496          | 0.070          | 3.642          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 20  | 0.263          | 3.063          | 0.200          | 3.234          | 0.145          | 3.398          | 0.100          | 3.542          | 0.063          | 3.678          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 21  | 0.307          | 2.976          | 0.240          | 3.141          | 0.182          | 3.300          | 0.132          | 3.448          | 0.091          | 3.583          | 0.056          | 3.705          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 22  | 0.349          | 2.897          | 0.281          | 3.057          | 0.220          | 3.211          | 0.166          | 3.358          | 0.120          | 3.495          | 0.083          | 3.619          | 0.052          | 3.731          | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 23  | 0.391          | 2.826          | 0.322          | 2.979          | 0.259          | 3.128          | 0.202          | 3.272          | 0.153          | 3.409          | 0.110          | 3.535          | 0.076          | 3.650          | 0.048          | 3.753          | —              | —              | —              | —              |
| 24  | 0.431          | 2.761          | 0.362          | 2.908          | 0.297          | 3.053          | 0.239          | 3.193          | 0.186          | 3.327          | 0.141          | 3.454          | 0.101          | 3.572          | 0.070          | 3.678          | 0.044          | 3.773          | —              | —              |
| 25  | 0.470          | 2.702          | 0.400          | 2.844          | 0.335          | 2.983          | 0.275          | 3.119          | 0.221          | 3.251          | 0.172          | 3.376          | 0.130          | 3.494          | 0.094          | 3.604          | 0.066          | 3.702          | 0.041          | 3.790          |
| 26  | 0.508          | 2.649          | 0.438          | 2.784          | 0.373          | 2.919          | 0.312          | 3.051          | 0.258          | 3.179          | 0.205          | 3.303          | 0.160          | 3.420          | 0.120          | 3.531          | 0.087          | 3.632          | 0.069          | 3.724          |
| 27  | 0.544          | 2.600          | 0.475          | 2.730          | 0.409          | 2.859          | 0.348          | 2.987          | 0.291          | 3.112          | 0.238          | 3.233          | 0.191          | 3.349          | 0.149          | 3.460          | 0.112          | 3.563          | 0.081          | 3.658          |
| 28  | 0.578          | 2.555          | 0.510          | 2.680          | 0.445          | 2.805          | 0.383          | 2.928          | 0.325          | 3.050          | 0.271          | 3.168          | 0.222          | 3.283          | 0.178          | 3.392          | 0.138          | 3.495          | 0.104          | 3.592          |
| 29  | 0.612          | 2.515          | 0.544          | 2.634          | 0.479          | 2.755          | 0.418          | 2.874          | 0.359          | 2.992          | 0.305          | 3.107          | 0.254          | 3.219          | 0.208          | 3.327          | 0.166          | 3.431          | 0.129          | 3.528          |
| 30  | 0.643          | 2.477          | 0.577          | 2.592          | 0.512          | 2.708          | 0.451          | 2.820          | 0.392          | 2.937          | 0.337          | 3.050          | 0.286          | 3.160          | 0.238          | 3.266          | 0.195          | 3.368          | 0.156          | 3.465          |
| 31  | 0.674          | 2.443          | 0.608          | 2.553          | 0.545          | 2.665          | 0.484          | 2.778          | 0.425          | 2.887          | 0.370          | 2.996          | 0.317          | 3.103          | 0.269          | 3.208          | 0.224          | 3.309          | 0.183          | 3.408          |
| 32  | 0.703          | 2.411          | 0.638          | 2.517          | 0.578          | 2.625          | 0.515          | 2.733          | 0.457          | 2.840          | 0.401          | 2.948          | 0.349          | 3.050          | 0.290          | 3.163          | 0.253          | 3.252          | 0.211          | 3.348          |
| 33  | 0.731          | 2.382          | 0.668          | 2.484          | 0.606          | 2.588          | 0.546          | 2.692          | 0.488          | 2.798          | 0.432          | 2.899          | 0.379          | 3.000          | 0.329          | 3.100          | 0.283          | 3.198          | 0.239          | 3.293          |
| 34  | 0.758          | 2.355          | 0.695          | 2.454          | 0.634          | 2.554          | 0.575          | 2.664          | 0.518          | 2.754          | 0.462          | 2.854          | 0.409          | 2.954          | 0.359          | 3.051          | 0.312          | 3.147          | 0.267          | 3.240          |
| 35  | 0.783          | 2.330          | 0.722          | 2.425          | 0.662          | 2.521          | 0.604          | 2.619          | 0.547          | 2.716          | 0.492          | 2.813          | 0.439          | 2.910          | 0.388          | 3.005          | 0.340          | 3.098          | 0.295          | 3.190          |
| 36  | 0.808          | 2.306          | 0.748          | 2.398          | 0.689          | 2.492          | 0.631          | 2.586          | 0.575          | 2.680          | 0.520          | 2.774          | 0.467          | 2.868          | 0.417          | 2.961          | 0.369          | 3.053          | 0.323          | 3.142          |
| 37  | 0.831          | 2.285          | 0.772          | 2.374          | 0.714          | 2.464          | 0.657          | 2.555          | 0.602          | 2.646          | 0.548          | 2.738          | 0.495          | 2.829          | 0.445          | 2.920          | 0.397          | 3.008          | 0.351          | 3.097          |
| 38  | 0.854          | 2.265          | 0.796          | 2.351          | 0.739          | 2.438          | 0.683          | 2.526          | 0.628          | 2.614          | 0.575          | 2.703          | 0.522          | 2.792          | 0.472          | 2.880          | 0.424          | 2.968          | 0.378          | 3.054          |
| 39  | 0.875          | 2.246          | 0.819          | 2.329          | 0.763          | 2.413          | 0.707          | 2.499          | 0.653          | 2.585          | 0.600          | 2.671          | 0.549          | 2.757          | 0.499          | 2.843          | 0.451          | 2.929          | 0.404          | 3.013          |
| 40  | 0.896          | 2.228          | 0.840          | 2.309          | 0.785          | 2.391          | 0.731          | 2.473          | 0.678          | 2.557          | 0.625          | 2.641          | 0.575          | 2.724          | 0.525          | 2.808          | 0.477          | 2.892          | 0.430          | 2.974          |
| 45  | 0.988          | 2.156          | 0.938          | 2.225          | 0.887          | 2.296          | 0.838          | 2.367          | 0.788          | 2.439          | 0.740          | 2.512          | 0.692          | 2.586          | 0.644          | 2.659          | 0.608          | 2.733          | 0.553          | 2.807          |
| 50  | 1.064          | 2.103          | 1.019          | 2.163          | 0.973          | 2.225          | 0.927          | 2.287          | 0.882          | 2.350          | 0.836          | 2.414          | 0.792          | 2.479          | 0.747          | 2.544          | 0.703          | 2.610          | 0.660          | 2.675          |
| 55  | 1.129          | 2.062          | 1.087          | 2.116          | 1.045          | 2.170          | 1.003          | 2.225          | 0.961          | 2.281          | 0.919          | 2.338          | 0.877          | 2.396          | 0.836          | 2.454          | 0.795          | 2.512          | 0.754          | 2.571          |
| 60  | 1.184          | 2.031          | 1.145          | 2.079          | 1.108          | 2.127          | 1.068          | 2.177          | 1.029          | 2.227          | 0.990          | 2.278          | 0.951          | 2.330          | 0.913          | 2.382          | 0.874          | 2.434          | 0.836          | 2.487          |
| 65  | 1.231          | 2.006          | 1.195          | 2.049          | 1.160          | 2.093          | 1.124          | 2.138          | 1.088          | 2.183          | 1.052          | 2.229          | 1.018          | 2.276          | 0.980          | 2.323          | 0.944          | 2.371          | 0.908          | 2.419          |
| 70  | 1.272          | 1.986          | 1.238          | 2.025          | 1.206          | 2.066          | 1.172          | 2.108          | 1.139          | 2.148          | 1.105          | 2.189          | 1.072          | 2.232          | 1.038          | 2.275          | 1.005          | 2.318          | 0.971          | 2.382          |
| 75  | 1.308          | 1.970          | 1.277          | 2.006          | 1.247          | 2.043          | 1.215          | 2.080          | 1.184          | 2.118          | 1.153          | 2.186          | 1.121          | 2.195          | 1.090          | 2.235          | 1.058          | 2.275          | 1.027          | 2.315          |
| 80  | 1.340          | 1.957          | 1.311          | 1.991          | 1.283          | 2.024          | 1.253          | 2.059          | 1.224          | 2.093          | 1.195          | 2.129          | 1.165          | 2.165          | 1.136          | 2.201          | 1.106          | 2.238          | 1.076          | 2.275          |
| 85  | 1.369          | 1.946          | 1.342          | 1.977          | 1.315          | 2.009          | 1.287          | 2.040          | 1.260          | 2.073          | 1.232          | 2.105          | 1.205          | 2.139          | 1.177          | 2.172          | 1.149          | 2.206          | 1.121          | 2.241          |
| 90  | 1.395          | 1.937          | 1.369          | 1.966          | 1.344          | 1.995          | 1.318          | 2.025          | 1.292          | 2.055          | 1.266          | 2.085          | 1.240          | 2.116          | 1.213          | 2.148          | 1.187          | 2.179          | 1.160          | 2.211          |
| 95  | 1.418          | 1.929          | 1.394          | 1.956          | 1.370          | 1.984          | 1.345          | 2.012          | 1.321          | 2.040          | 1.296          | 2.068          | 1.271          | 2.097          | 1.247          | 2.126          | 1.222          | 2.156          | 1.197          | 2.188          |
| 100 | 1.439          | 1.923          | 1.418          | 1.948          | 1.393          | 1.974          | 1.371          | 2.000          | 1.347          | 2.026          | 1.324          | 2.053          | 1.301          | 2.080          | 1.277          | 2.106          | 1.253          | 2.135          | 1.229          | 2.164          |
| 150 | 1.579          | 1.892          | 1.564          | 1.908          | 1.550          | 1.924          | 1.535          | 1.940          | 1.519          | 1.956          | 1.504          | 1.972          | 1.489          | 1.989          | 1.474          | 2.006          | 1.458          | 2.023          | 1.443          | 2.040          |
| 200 | 1.654          | 1.865          | 1.643          | 1.896          | 1.632          | 1.908          | 1.621          | 1.919          | 1.610          | 1.931          | 1.599          | 1.943          | 1.588          | 1.955          | 1.576          | 1.967          | 1.565          | 1.979          | 1.554          | 1.991          |

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: This table is an extension of the original Durbin-Watson table and is reproduced from N. E. Savin and K. J. White, "The Durbin-Watson Test for Serial Correlation with Extreme Small Samples or Many Regressors," *Econometrica*, vol. 45, November 1977, pp. 1989-96 and as corrected by R. W. Farebrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

### Example E.1.

If  $n = 40$  and  $k' = 4$ ,  $d_L = 1.285$  and  $d_U = 1.721$ . If a computed  $d$  value is less than 1.285, there is evidence of positive first-order serial correlation; if it is greater than 1.721, there is no evidence of positive first-order serial correlation; but if  $d$  lies between the lower and the upper limit, there is inconclusive evidence regarding the presence or absence of positive first-order serial correlation.



| n   | k' = 11        |                | k' = 12        |                | k' = 13        |                | k' = 14        |                | k' = 15        |                | k' = 16        |                | k' = 17        |                | k' = 18        |                | k' = 19        |                | k' = 20        |                |
|-----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|     | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> | d <sub>L</sub> | d <sub>U</sub> |
| 16  | 0.090          | 3.446          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 17  | 0.084          | 3.286          | 0.053          | 3.506          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 18  | 0.113          | 3.146          | 0.075          | 3.358          | 0.047          | 3.357          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 19  | 0.146          | 3.023          | 0.102          | 3.227          | 0.067          | 3.420          | 0.043          | 3.601          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 20  | 0.178          | 2.914          | 0.131          | 3.109          | 0.092          | 3.297          | 0.061          | 3.474          | 0.038          | 3.639          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 21  | 0.212          | 2.817          | 0.162          | 3.004          | 0.119          | 3.185          | 0.084          | 3.358          | 0.066          | 3.621          | 0.036          | 3.671          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 22  | 0.246          | 2.729          | 0.194          | 2.909          | 0.148          | 3.084          | 0.109          | 3.252          | 0.077          | 3.412          | 0.050          | 3.662          | 0.032          | 3.700          | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 23  | 0.281          | 2.651          | 0.227          | 2.822          | 0.178          | 2.991          | 0.136          | 3.155          | 0.100          | 3.311          | 0.070          | 3.459          | 0.046          | 3.597          | 0.029          | 3.725          | —              | —              | —              | —              |
| 24  | 0.315          | 2.580          | 0.260          | 2.744          | 0.209          | 2.906          | 0.165          | 3.065          | 0.125          | 3.218          | 0.092          | 3.363          | 0.066          | 3.501          | 0.043          | 3.629          | 0.027          | 3.747          | —              | —              |
| 25  | 0.348          | 2.517          | 0.292          | 2.674          | 0.240          | 2.829          | 0.194          | 2.992          | 0.152          | 3.131          | 0.116          | 3.274          | 0.085          | 3.410          | 0.060          | 3.538          | 0.039          | 3.657          | 0.025          | 3.786          |
| 26  | 0.381          | 2.460          | 0.324          | 2.610          | 0.272          | 2.758          | 0.224          | 2.906          | 0.180          | 3.050          | 0.141          | 3.191          | 0.107          | 3.325          | 0.079          | 3.452          | 0.055          | 3.572          | 0.036          | 3.862          |
| 27  | 0.413          | 2.409          | 0.356          | 2.552          | 0.303          | 2.694          | 0.253          | 2.836          | 0.208          | 2.976          | 0.167          | 3.113          | 0.131          | 3.245          | 0.100          | 3.371          | 0.073          | 3.490          | 0.051          | 3.902          |
| 28  | 0.444          | 2.363          | 0.387          | 2.499          | 0.333          | 2.635          | 0.283          | 2.772          | 0.237          | 2.907          | 0.194          | 3.040          | 0.156          | 3.169          | 0.122          | 3.294          | 0.093          | 3.412          | 0.068          | 3.924          |
| 29  | 0.474          | 2.321          | 0.417          | 2.451          | 0.363          | 2.582          | 0.313          | 2.713          | 0.266          | 2.843          | 0.222          | 2.872          | 0.182          | 3.098          | 0.146          | 3.220          | 0.114          | 3.338          | 0.087          | 3.950          |
| 30  | 0.503          | 2.283          | 0.447          | 2.407          | 0.393          | 2.533          | 0.342          | 2.659          | 0.294          | 2.785          | 0.249          | 2.809          | 0.208          | 3.032          | 0.171          | 3.152          | 0.137          | 3.287          | 0.107          | 3.979          |
| 31  | 0.531          | 2.248          | 0.475          | 2.367          | 0.422          | 2.487          | 0.371          | 2.609          | 0.322          | 2.730          | 0.277          | 2.851          | 0.234          | 2.970          | 0.196          | 3.087          | 0.160          | 3.201          | 0.128          | 3.911          |
| 32  | 0.558          | 2.216          | 0.503          | 2.330          | 0.450          | 2.446          | 0.399          | 2.583          | 0.350          | 2.680          | 0.304          | 2.797          | 0.261          | 2.912          | 0.221          | 3.026          | 0.184          | 3.137          | 0.151          | 3.946          |
| 33  | 0.585          | 2.187          | 0.530          | 2.298          | 0.477          | 2.408          | 0.426          | 2.520          | 0.377          | 2.633          | 0.331          | 2.746          | 0.287          | 2.858          | 0.246          | 2.969          | 0.209          | 3.078          | 0.174          | 3.184          |
| 34  | 0.610          | 2.160          | 0.558          | 2.266          | 0.503          | 2.373          | 0.452          | 2.481          | 0.404          | 2.590          | 0.357          | 2.699          | 0.313          | 2.808          | 0.272          | 2.915          | 0.233          | 3.022          | 0.197          | 3.126          |
| 35  | 0.634          | 2.136          | 0.581          | 2.237          | 0.529          | 2.340          | 0.478          | 2.444          | 0.430          | 2.550          | 0.383          | 2.655          | 0.339          | 2.761          | 0.297          | 2.865          | 0.257          | 2.969          | 0.221          | 3.071          |
| 36  | 0.658          | 2.113          | 0.605          | 2.210          | 0.554          | 2.310          | 0.504          | 2.410          | 0.455          | 2.512          | 0.409          | 2.614          | 0.364          | 2.717          | 0.322          | 2.818          | 0.282          | 2.919          | 0.244          | 3.019          |
| 37  | 0.680          | 2.092          | 0.628          | 2.186          | 0.578          | 2.282          | 0.528          | 2.379          | 0.480          | 2.477          | 0.434          | 2.576          | 0.389          | 2.675          | 0.347          | 2.774          | 0.306          | 2.872          | 0.268          | 2.969          |
| 38  | 0.702          | 2.073          | 0.651          | 2.164          | 0.601          | 2.256          | 0.552          | 2.350          | 0.504          | 2.445          | 0.458          | 2.540          | 0.414          | 2.637          | 0.371          | 2.733          | 0.330          | 2.828          | 0.291          | 2.923          |
| 39  | 0.723          | 2.055          | 0.673          | 2.143          | 0.623          | 2.232          | 0.575          | 2.323          | 0.528          | 2.414          | 0.482          | 2.507          | 0.438          | 2.600          | 0.395          | 2.694          | 0.354          | 2.787          | 0.315          | 2.879          |
| 40  | 0.744          | 2.039          | 0.694          | 2.123          | 0.645          | 2.210          | 0.597          | 2.297          | 0.551          | 2.386          | 0.505          | 2.476          | 0.461          | 2.566          | 0.418          | 2.657          | 0.377          | 2.748          | 0.338          | 2.836          |
| 45  | 0.835          | 1.972          | 0.790          | 2.044          | 0.744          | 2.118          | 0.700          | 2.193          | 0.655          | 2.259          | 0.612          | 2.346          | 0.570          | 2.424          | 0.528          | 2.503          | 0.488          | 2.582          | 0.448          | 2.661          |
| 50  | 0.913          | 1.925          | 0.871          | 1.987          | 0.829          | 2.061          | 0.787          | 2.116          | 0.746          | 2.182          | 0.705          | 2.250          | 0.665          | 2.318          | 0.625          | 2.387          | 0.586          | 2.456          | 0.548          | 2.526          |
| 55  | 0.979          | 1.891          | 0.940          | 1.945          | 0.902          | 2.002          | 0.863          | 2.059          | 0.825          | 2.117          | 0.786          | 2.176          | 0.748          | 2.237          | 0.711          | 2.298          | 0.674          | 2.359          | 0.637          | 2.421          |
| 60  | 1.037          | 1.865          | 1.001          | 1.914          | 0.965          | 1.964          | 0.929          | 2.015          | 0.893          | 2.067          | 0.857          | 2.120          | 0.822          | 2.173          | 0.786          | 2.227          | 0.751          | 2.283          | 0.716          | 2.338          |
| 65  | 1.087          | 1.845          | 1.053          | 1.899          | 1.020          | 1.934          | 0.986          | 1.990          | 0.953          | 2.027          | 0.919          | 2.075          | 0.886          | 2.123          | 0.852          | 2.172          | 0.819          | 2.221          | 0.786          | 2.272          |
| 70  | 1.131          | 1.831          | 1.099          | 1.870          | 1.068          | 1.911          | 1.037          | 1.953          | 1.005          | 1.995          | 0.974          | 2.038          | 0.943          | 2.082          | 0.911          | 2.127          | 0.880          | 2.172          | 0.849          | 2.217          |
| 75  | 1.170          | 1.819          | 1.141          | 1.856          | 1.111          | 1.893          | 1.082          | 1.931          | 1.052          | 1.970          | 1.023          | 2.009          | 0.993          | 2.049          | 0.964          | 2.090          | 0.934          | 2.131          | 0.905          | 2.172          |
| 80  | 1.205          | 1.810          | 1.177          | 1.844          | 1.150          | 1.878          | 1.122          | 1.913          | 1.094          | 1.949          | 1.066          | 1.984          | 1.039          | 2.022          | 1.011          | 2.059          | 0.983          | 2.097          | 0.955          | 2.135          |
| 85  | 1.236          | 1.803          | 1.210          | 1.834          | 1.184          | 1.866          | 1.158          | 1.898          | 1.132          | 1.931          | 1.106          | 1.965          | 1.080          | 1.999          | 1.053          | 2.033          | 1.027          | 2.068          | 1.000          | 2.104          |
| 90  | 1.264          | 1.798          | 1.240          | 1.827          | 1.215          | 1.856          | 1.191          | 1.886          | 1.166          | 1.917          | 1.141          | 1.948          | 1.116          | 1.979          | 1.091          | 2.012          | 1.066          | 2.044          | 1.041          | 2.077          |
| 95  | 1.290          | 1.793          | 1.267          | 1.821          | 1.244          | 1.848          | 1.221          | 1.876          | 1.197          | 1.905          | 1.174          | 1.934          | 1.150          | 1.963          | 1.126          | 1.993          | 1.102          | 2.023          | 1.079          | 2.054          |
| 100 | 1.314          | 1.790          | 1.292          | 1.816          | 1.270          | 1.841          | 1.248          | 1.868          | 1.225          | 1.895          | 1.203          | 1.922          | 1.181          | 1.949          | 1.158          | 1.977          | 1.136          | 2.006          | 1.113          | 2.034          |
| 150 | 1.473          | 1.783          | 1.458          | 1.799          | 1.444          | 1.814          | 1.429          | 1.830          | 1.414          | 1.847          | 1.400          | 1.863          | 1.385          | 1.880          | 1.370          | 1.897          | 1.355          | 1.913          | 1.340          | 1.931          |
| 200 | 1.561          | 1.791          | 1.550          | 1.801          | 1.539          | 1.813          | 1.528          | 1.824          | 1.518          | 1.838          | 1.507          | 1.847          | 1.495          | 1.860          | 1.484          | 1.871          | 1.474          | 1.883          | 1.462          | 1.896          |

Note: n = number of observations, k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: Savin and White, op. cit., by permission of Econometric Society.

दी महाविद्यालय पुस्तक  
KALINDI COLLEGE LIB

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY



(2)  
[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2126**

**H**

**Unique Paper Code : 62277603**

**Name of the Paper : Economic Development and  
Policy in India – II**

**Name of the Course : B.A (Prog)  
Economics : DSE**

**Semester : VI**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. This paper consists of 8 questions. Answer any 5 questions.
3. All questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए ।
2. इस पत्र में 8 प्रश्न हैं । किसी भी 5 सवालों के जवाब दें ।
3. सभी प्रश्न समान अंक के हैं ।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. The operational framework of monetary policy in India has evolved over the past few decades in response to financial developments and changing macroeconomic conditions. Discuss and explain.

भारत में मौद्रिक नीति का परिचालनगत ढांचा पिछले कुछ दशकों में वित्तीय विकास और व्यापक आर्थिक स्थितियों में बदलाव के कारण विकसित हुआ है। चर्चा करें और समझाएं।



2. What have been the trends and regional variations in irrigation in post-independent India? Critically examine the Government of India's strategy for irrigation and the future prospects in this context.

स्वतंत्रता के बाद के भारत में सिंचाई की प्रवृत्तियाँ और क्षेत्रीय विविधताएँ क्या रही हैं? सिंचाई के लिए भारत सरकार की नीति और इस संदर्भ में भविष्य की संभावनाओं का आलोचनात्मक परीक्षण करें।

3. Discussing the pace and growth of farmers' incomes, explain the sudden rise in agrarian distress in the recent years in India.

किसानों की आय की गति और वृद्धि पर चर्चा करते हुए, भारत में हाल के वर्षों में कृषि संकट में आई अचानक वृद्धि की व्याख्या करें।

4. In India, privatization and disinvestment of the public sector emerged as a major public policy option after the country embarked on a process of economic reforms in 1991. In this light, discuss in detail, the government of India's policy on privatisation and disinvestment.

भारत में, 1991 में आर्थिक सुधारों की प्रक्रिया शुरू करने के बाद सार्वजनिक क्षेत्र का निजीकरण और विनिवेश एक प्रमुख सार्वजनिक नीति विकल्प के रूप में उभरा। इस आलोक में, निजीकरण और विनिवेश पर भारत सरकार की नीति पर विस्तार से चर्चा करें।

5. "The moderation in Indian industrial growth, particularly in the manufacturing sector, is largely



attributed to sluggish growth of investment and deceleration in the rate of growth of credit flows".

Evaluate.

“बड़े पैमाने पर निवेश की धीमी वृद्धि और ऋण प्रवाह की वृद्धि दर में गिरावट, भारतीय औद्योगिक विकास, विशेष रूप से निर्माण क्षेत्र, में कमी के लिए जिम्मेदार हैं”। मूल्यांकन करें।

6. In terms of world trade, has India been turning inward in recent years? What will be the impact of such a policy shift on the growth prospects of the Indian economy? Analyse and discuss.

विश्व व्यापार के संदर्भ में, क्या भारत हाल के वर्षों में आवक की ओर मुड़ रहा है? इस तरह के नीतिगत बदलाव का भारतीय अर्थव्यवस्था की संभावित विकास प्रवृत्तियों पर क्या प्रभाव पड़ेगा? विश्लेषण करें और चर्चा करें।

7. Briefly describe the role that the service sector has played in India's integration with world trade and capital markets. Also describe the impact of covid-19 pandemic on India's service sector.

विश्व व्यापार और पूंजी बाजार के साथ भारत के एकीकरण में सेवा क्षेत्र द्वारा निभाई गई भूमिका का संक्षेप में वर्णन करें। भारत के सेवा क्षेत्र पर कोविड-9 महामारी के प्रभाव का भी वर्णन कीजिए।

8. Write short notes on any two of the following :

(7.5×2)

(a) Evolution of policy regime towards Foreign

Portfolio Investments (FPIs) in India



(b) Integration of service sector with manufacturing sector in Indian economy

(c) Transformation of Indian agriculture in recent years

(d) Position of the Indian economy in achieving macroeconomic stability in recent past

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(अ) भारत में विदेशी पोर्टफोलियो निवेश (एफ.पी.आई.) के प्रति नीति शासन का विकास

(ब) भारतीय अर्थव्यवस्था में निर्माण क्षेत्र के साथ सेवा क्षेत्र का एकीकरण

(स) हाल के वर्षों में भारतीय कृषि का परिवर्तन

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

(द) हाल के दिनों में व्यापक आर्थिक स्थिरता प्राप्त करने में भारतीय

अर्थव्यवस्था की स्थिति



30  
[This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2127**

**H**

**Unique Paper Code : 62277628**

**Name of the Paper : Public Finance**

**Name of the Course : B.A. (Prog.) Economics DSE**

**Semester : VI**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. The question paper is divided into **two** sections.
3. Attempt **five** questions in all, selecting **three** from **Section A** and **two** from **Section B**.
4. A simple calculator can be used.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए। महाविद्यालय पुस्तकालय

**KALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

2. प्रश्न पत्र दो खण्डों में विभाजित है।
3. खंड ए से तीन और खंड बी से दो का चयन करते हुए कुल पांच प्रश्न करें।
4. एक साधारण कैलकुलेटर का उपयोग किया जा सकता है।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

### SECTION A

1. Discuss the concept of positive and negative externality. Explain in detail the various reasons of market failure with suitable examples. (5+10)

सकारात्मक और नकारात्मक बाह्यता की अवधारणा पर चर्चा करें। बाजार की विफलता के विभिन्न कारणों को उपयुक्त उदाहरण सहित विस्तार से समझाइए।

2. What is difference between incidence of tax and impact of tax? Explain with suitable diagrams that shifting of tax on good X levied on sellers depends upon the price elasticity of demand and the supply for this good in a competitive market. (6+9)

कर भार और कर के प्रभाव में क्या अंतर है? उपयुक्त रेखाचित्रों की सहायता से समझाइए कि विक्रेताओं पर लगाए गए वस्तु X पर कर का अंतरण प्रतिस्पर्धी बाजार में इस वस्तु की मांग की कीमत लोच और आपूर्ति पर निर्भर करता है।



3. Discuss the stabilization function of the government. Explain in detail the various fiscal functions of a government in an economy. (5+10)

सरकार के स्थिरीकरण कार्य की चर्चा कीजिए। एक अर्थव्यवस्था में सरकार के विभिन्न राजकोषीय कार्यों की विस्तार से व्याख्या कीजिए।

4. Explain the allocation function and distributional function of a public sector. Explain in detail the concept of Pareto Efficiency with help of Edgeworth Box. (6+9)

सार्वजनिक क्षेत्र के आवंटन कार्य और वितरण कार्य की व्याख्या करें। एजवर्थ बॉक्स की सहायता से पेरेटो दक्षता की अवधारणा को विस्तार से समझाइए।

5. Write short notes on the following :

- (i) Difference between Public Goods and Private goods.
  - (ii) Pigouvian tax and Pigouvian subsidy.
  - (iii) Utility possibility curve and welfare maximization.
- (5+5+5)

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें :

- (i) सार्वजनिक वस्तुओं और निजी वस्तुओं के बीच अंतर।
- (ii) पिगौवियन टैक्स और पिगौवियन सब्सिडी।
- (iii) उपयोगिता संभावना वक्र और कल्याण अधिकतमकरण।

## SECTION B

6. Discuss the concept of cooperative federalism. Discuss in detail the recommendations of fifteenth finance commission regarding vertical and horizontal devolution. (5+10)

सहकारी संघवाद की अवधारणा की चर्चा कीजिए। ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज हस्तांतरण के संबंध में पन्द्रहवें वित्त आयोग की सिफारिशों पर विस्तार से चर्चा करें।

7. Explain the various monetary policy tools adopted by Reserve Bank of India to control inflation. Examine how successful RBI has been its efforts over the last financial year. (8+7)

मुद्रास्फीति को नियंत्रित करने के लिए भारतीय रिजर्व बैंक द्वारा अपनाए गए विभिन्न मौद्रिक नीति उपकरणों की व्याख्या करें। जांच करें कि पिछले वित्तीय वर्ष में आरबीआई के प्रयास कितने सफल रहे हैं।

8. Write short notes on the following :

- (i) Balanced Budget Multiplier.
- (ii) Difference between fiscal deficit and primary deficit.
- (iii) Fiscal Federalism in India. (5+5+5)

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें :

- (i) संतुलित बजट गुणक।
- (ii) राजकोषीय घाटे और प्राथमिक घाटे के बीच अंतर।
- (iii) भारत में राजकोषीय संघवाद।

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY

(3000)



3  
[This question paper contains 8 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2213**

**H**

Unique Paper Code : 62277603

Name of the Paper : Economic Development and  
Policy in India – II

Name of the Course : **B.A. (Prog)**  
**Economics : DSE**

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. This paper consists of 8 questions. Answer any 5 questions.
3. All questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

अलन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय  
**ALINDI COLLEGE LIBRARY**

**P.T.O.**

छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. इस पत्र में 8 प्रश्न हैं। किसी भी 5 सवालों के जवाब दें।
3. सभी प्रश्न समान अंक के हैं।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. What is meant by macroeconomic stability? What has been the position of the Indian economy in achieving macroeconomic stability in recent past?

व्यापक आर्थिक स्थिरता से क्या अभिप्राय है? हाल के वर्षों में व्यापक आर्थिक स्थिरता प्राप्त करने में भारतीय अर्थव्यवस्था की स्थिति क्या रही है?



2. "Changes in rural areas of the Indian economy in recent past are reducing the role of agriculture and allied sectors as principal sources of income and employment." Analyse and discuss.

“हाल के वर्षों में भारतीय अर्थव्यवस्था के ग्रामीण क्षेत्रों में आए परिवर्तन, आय और रोजगार के प्रमुख स्रोतों के रूप में कृषि और संबद्ध क्षेत्रों की भूमिका को कम कर रहे हैं।” विश्लेषण करें और चर्चा करें।

3. Analysing the post-independence trends and regional variations in irrigation in India, explain why is it difficult to be optimistic about the prospect for achieving prudent, efficient and sustainable management of agriculture.

भारत में स्वतंत्रता के बाद की प्रवृत्तियों और सिंचाई में क्षेत्रीय विविधताओं का विश्लेषण करते हुए स्पष्ट करें कि कृषि के विवेकपूर्ण, कुशल और टिकाऊ प्रबंधन को प्राप्त करने की संभावना के बारे में आशावादी होना क्यों मुश्किल है।

4. In India, development of small scale industries is important from economic, social and developmental point of view. Critically discuss this statement in view of the problems faced by this sector and the efforts of the government in this regard.

भारत में लघु उद्योगों का विकास आर्थिक, सामाजिक और विकास की दृष्टि से महत्वपूर्ण है। इस क्षेत्र की समस्याओं और इस संबंध में सरकार के प्रयासों को ध्यान में रखते हुए इस कथन की आलोचनात्मक चर्चा कीजिए।



5. Foreign capital flows have emerged in India after the adoption of economic policy reforms of 1991. Analyse the government of India's policy in this regard and discuss about the trends that have emerged.

1991 के आर्थिक नीति सुधारों को अपनाने के बाद भारत में विदेशी पूंजी प्रवाह का उदय हुआ है। इस संबंध में भारत सरकार की नीति का विश्लेषण करें और विदेशी पूंजी प्रवाह की प्रवृत्तियों के बारे में चर्चा करें।

6. "Embracing *Atmanirbharta* is to choose to condemn the Indian economy to mediocrity." Do you agree with this view? Discuss.

कालिन्दी महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

“आत्मनिर्भरता को गले लगाने का अर्थ भारतीय अर्थव्यवस्था को मध्यम स्तर पर रखना है।” क्या आप इस विचार से सहमत हैं? चर्चा करें।

7. “For service sector to be sustainable, the sector needs to be well integrated with other parts of the economy, in particular, the manufacturing sector.” Discuss this statement in terms of the trends in India’s service sector in recent years.

“सेवा क्षेत्र के सतत होने के लिए, इसे अर्थव्यवस्था के अन्य हिस्सों, विशेष रूप से निर्माण क्षेत्र के साथ, अच्छी तरह से एकीकृत करने की आवश्यकता है।” हाल के वर्षों में भारत के सेवा क्षेत्र में प्रवृत्तियों के संदर्भ में इस कथन पर चर्चा करें।



8. Write short notes on any two of the following :

(7.5×2)

(a) Special Economic Zones (SEZs)

(b) Monetary policy framework in India in recent years

(c) India's service sector growth trends in recent years

(d) Land reform measures adopted in the Indian economy

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(अ) विशेष आर्थिक जोन (SEZ)

(ब) हाल के वर्षों में भारत में मौद्रिक नीति ढांचा

(स) हाल के वर्षों में भारत के सेवा क्षेत्र के विकास की प्रवृत्तियां

(द) भारतीय अर्थव्यवस्था में अपनाए गए भूमि सुधार उपाय



[This question paper contains 4 printed pages.]

**Your Roll No.....**

**Sr. No. of Question Paper : 2214**

**H**

**Unique Paper Code : 62277628**

**Name of the Paper : Public Finance**

**Name of the Course : B.A. (Prog.) Economics DSE**

**Semester : VI**

**Duration : 3 Hours**

**Maximum Marks : 75**

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. The question paper is divided into **two** sections.
3. Attempt **five** questions in all, selecting **three** from **Section A** and **two** from **Section B**.
4. A simple calculator can be used.
5. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय  
KALINDI COLLEGE LIBRARY

P.T.O.

2. प्रश्न पत्र दो खण्डों में विभाजित है ।
3. खंड ए से तीन और खंड बी से दो का चयन करते हुए कुल पांच प्रश्न करें ।
4. एक साधारण कैलकुलेटर का उपयोग किया जा सकता है ।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

### SECTION A

1. What is the difference between a unit tax and an ad-valorem tax? Explain the various alternative concepts of tax incidence. (6+9)

इकाई कर और मूल्यानुसार कर में क्या अंतर है? कर भार की विभिन्न वैकल्पिक संकल्पनाओं की व्याख्या कीजिए।

2. Explain the concept of a social welfare function. Discuss in detail the first and second fundamental theorem of welfare economics. (5+10)

समाज कल्याण फलन की अवधारणा की व्याख्या कीजिए। कल्याणकारी अर्थशास्त्र के प्रथम एवं द्वितीय मौलिक प्रमेय की विस्तार से चर्चा कीजिए।

कालिन्दा महाविद्यालय पुस्तकालय

KALINDI COLLEGE LIBRARY



3. What is the difference between merit goods and public goods? Explain the various reasons of market failure with suitable examples. (5+10)

योग्यता वस्तु और सार्वजनिक वस्तु में क्या अंतर है? बाजार की असफलता के विभिन्न कारणों को उचित उदाहरण सहित समझाइए।

4. What is the difference between positive and normative analysis? Explain the major fiscal functions of the State. (6+9)

सकारात्मक और मानक विश्लेषण में क्या अंतर है? राज्य के प्रमुख वित्तीय कार्यों की व्याख्या कीजिए।

5. Write short notes on the following :

- (i) Contract curve
  - (ii) Instruments of stabilization policy
  - (iii) Asymmetric information and market failure
- (5+5+5)

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें :

- (i) अनुबंध वक्र
- (ii) स्थिरीकरण नीति के साधन
- (iii) असममित सूचना और बाजार की विफलता

## SECTION B

1. Explain in detail the instruments of fiscal policy and its major objectives. (15)

राजकोषीय नीति के उपकरणों तथा इसके प्रमुख उद्देश्यों की विस्तार से व्याख्या कीजिए।

2. Write about the benefits and future challenges in the implementation of Goods and Services Tax in India. (15)

भारत में वस्तु एवं सेवा कर के कार्यान्वयन में लाभ और भविष्य की चुनौतियों के बारे में लिखें।

3. Write short notes on the following :

- (i) Revenue deficit and effective revenue deficit
- (ii) Difference between vertical and horizontal devolution.
- (iii) FRBM Act (5+5+5)

निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखें :

- (i) राजस्व घाटा और प्रभावी राजस्व घाटा
- (ii) लंबवत और क्षैतिज विचलन के बीच अंतर।
- (iii) एफआरबीएम अधिनियम