

[This question paper contains 8 printed pages.]

87025NAPNG2003  
6 5 JUL 2023

Your Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 3675

Unique Paper Code : 12271201

Name of the Paper : Introductory Macroeconomics

Name of the Course : CBCS (Economics) C-3 Core

Semester/Scheme/Mode : 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. This paper consists of 7 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.

**छात्रों के लिए निर्देश**

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

P.T.O.

2. इस पत्र में 7 प्रश्न हैं। किन्हीं भी 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
  3. सभी प्रश्न समान अंकों 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. (a) What do you mean by balance of payments accounts? What is the fundamental balance of payments identity? Explain with examples.  
 (b) Define private saving. How is private saving used in the economy? What is the relationship between private saving and national saving? (7.5, 7.5)
  - (अ) भुगतान संतुलन खाते से आप क्या समझते हैं? भुगतान पहचान का मौलिक संतुलन क्या है? उदाहरण सहित समझाइए।  
 (ब) निजी बचत को परिभाषित करें। अर्थव्यवस्था में निजी बचत का उपयोग कैसे किया जाता है? निजी बचत और राष्ट्रीय बचत के बीच क्या संबंध है?
  2. (a) Explain the determination of rate of interest by the demand and supply of money. What happens to the interest rate if:
    - (i) Nominal income increases
    - (ii) Money supply increases

- (b) Seignorage is the real revenue from money creation. If the government chooses a constant rate of nominal money growth and maintains it forever, what would be its effect on Seignorage?  
(7,8)

(अ) मुद्रा की मांग और आपूर्ति द्वारा ब्याज दर के निर्धारण की व्याख्या करें। ब्याज दर का क्या होता है यदि :

(i) नाममात्र की आय में वृद्धि होती है

(ii) मुद्रा आपूर्ति बढ़ती है

(ब) धन सृजन से वास्तविक राजस्व है। यदि सरकार सांकेतिक धन वृद्धि की एक स्थिर दर चुनती है और इसे हमेशा के लिए बनाए रखती है, तो इसका (Seignorage) पर क्या प्रभाव पड़ेगा?

3. (a) What are the social cost of expected and unexpected inflation?

(b) Write short note on following :

(i) High Powered Money

(ii) Quantity Theory of Money (7,8)

(अ) अपेक्षित और अप्रत्याशित मुद्रास्फीति की सामाजिक लागत क्या है?

P.T.O.

(ब) निम्नलिखित पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखें :

- (i) उच्च शक्ति का धन
- (ii) मुद्रा का मात्रा सिद्धांत

4. (a) Define IS curve. Explain its derivation graphically. Explain the factors causing shift in IS curve with suitable diagram.

(b) Suppose we have an economy described by the following functions :

Consumption Function,  $C=50 + 0.8Y_d$

Investment,  $I=70$

Government Spending,  $G=200$

Transfer Payments,  $TR=100$

Tax Rate,  $t=0.20$

- (i) Calculate the equilibrium level of GDP and the multiplier in this model.
- (ii) Calculate the budget surplus (BS).
- (iii) Suppose that  $t$  increases to 0.25. What is the new equilibrium GDP and the new multiplier?

(iv) Calculate the change in the BS. Would you expect the change in the surplus to be more or less if MPC is 0.9 rather than 0.8?

(v) Can you explain why the multiplier is 1 when  $t=1$ ? (7,8)

(अ) IS वक्र को परिभाषित करें। इसकी व्युत्पत्ति को रेखांकन द्वारा समझाइए। उपयुक्त आरेख की सहायता से IS वक्र में बदलाव लाने वाले कारकों की व्याख्या कीजिए।

(ब) मान लीजिए कि हमारे पास निम्नलिखित कार्यों द्वारा वर्णित अर्थव्यवस्था है :

उपभोग फलन,  $C = 50 + 0.8Y_d$

निवेश,  $I = 70$

सरकारी खर्च,  $G = 200$

स्थानांतरण भुगतान,  $TR = 100$

कर दर,  $T = 0.20$

(i) इस मॉडल में सकल घरेलू उत्पाद के संतुलन स्तर और गुणक की गणना करें।

(ii) बजट अधिशेष (BS) की गणना करें।

(iii) मान लीजिए कि  $t$  बढ़कर 0.25 हो जाता है। नया संतुलन GDP और नया गुणक क्या है?

P.T.O.

- (iv) बीएस में परिवर्तन की गणना करें। यदि MPC 0.8 के बजाय 0.9 है तो क्या आप अधिशेष में बदलाव की उम्मीद कम या ज्यादा करेंगे?
- (v) क्या आप बता सकते हैं कि जब  $t = 1$  होता है तो गुणक 1 क्यों होता है?

5. (a) What is liquidity trap? Is monetary policy effective in this case?

(b) The following equations describe an economy-

Consumption Function,  $C = 0.8(i-t)Y$

Tax Rate,  $t = 0.25$

Investment,  $I = 900 - 50i$

Government Spending,  $G = 800$

Money Demand Function,  $L = 0.25Y - 62.5i$

Real Money Supply,  $M/P = 500$

$C, I, G$  etc are measured in Rs crores and  $i$  in %.

- (i) Find the equation of IS curve.
- (ii) Find the equation of the LM curve.
- (iii) Find the equilibrium levels of output and rate of interest.



This question paper contains 8 printed pages



Your Roll No. ....

Sr. No. of Question Paper : 3833

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.

P.T.O.

1. Attempt any **four** of the following : (4×5.5=22)

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

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

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

(b) Find the domain of the following functions and draw the sets in the  $xy$  plane :

(i)  $f(x, y) = \sqrt{x+1} + \sqrt{y}$

(ii)  $g(x, y) = \sqrt{9 - (x^2 + y^2)}$

*[In lieu of B for PWD]*

Find the domain of the following functions :

(i)  $f(x, y) = \sqrt{x+1} + \sqrt{y}$

(ii)  $g(x, y) = \sqrt{9 - (x^2 + y^2)}$

(iii)  $f(x, y) = \ln(1 - x^2 - y^2)$

(c) Show that  $x^2 + y^2 = 6$  is a level curve of

$f(x, y) = \sqrt{x^2 + y^2} - x^2 - y^2 + 2$  and that all the level curves of  $f$  must be circles centered at the origin.

(d) Let  $z = \frac{1}{2} \ln(x^2 + y^2)$ . Find:  $\frac{d^2 z}{dx^2} + \frac{d^2 z}{dy^2}$

(e) Examine the homogeneity of the following functions:

(i)  $F(x_1, x_2, x_3) = \frac{(x_1 x_2 x_3)^2}{x_1^4 + x_2^4 + x_3^4}$

$$(ii) G(x_1, x_2, x_3) = (ax_1^c + bx_2^c + cx_3^c)$$

2. Attempt any four of the following : (4×7=28)

- (a) Suppose a monopolist is practicing price discrimination in the sale of a product by charging different prices in two separate markets. Suppose the demand curves are  $P_1 = 100 - Q_1$  and  $P_2 = 80 - Q_2$  and suppose the cost function is  $6(Q_1 + Q_2)$ . How much should be sold in the two markets to maximize profits? What are the prices charged? How much profit is lost if price discrimination is made illegal?

- (b) Use the extreme value theorem and find the extreme points and extreme values for  $f(x, y)$  defined over  $S$  when

$$f(x, y) = x^2 + y^2 + y - 1, \quad S = \{(x, y) : x^2 + y^2 \leq 1\}$$

- (c) Let the function  $g$  be given by

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

Find the stationary points of  $g$  and classify them as local maxima, local minima, global maxima, or global minima.

- (d) Examine the concavity/convexity of the following functions :

(i)  $f(x, y, z) = (x + 2y + 3z)^2$

P.T.O.

(ii)  $f(x, y) = x - y - x^2$

(c) Maximize  $U(x, y) = 100 - e^{-x} - e^{-y}$  subject to

$$px + qy = m.$$

(i) Solve for  $x$  and  $y$  as functions of  $p$ ,  $q$ , and  $m$ .

(ii) Prove that  $x$  and  $y$  are homogeneous of degree 0 as functions of  $p$ ,  $q$ , and  $m$ .

3. Attempt any **three** of the following: (3×6=18)

(a) Show that any function  $x = x(t)$  that satisfies the equation  $(t - a)^2 + x^2 = a^2$  is a solution of the following differential equation:

$$2tx \frac{dx}{dt} + t^2 - x^2 = 0$$

(b) Find the area of the region bounded by  $y = x^3$ , the x-axis and the line  $x = 4$  for  $x > 0$ .

he

y)

(c) The marginal cost function of firm is  $MC = (\log x)^2$ .

Find the total cost of 100 units if the cost of producing one unit is Rs. 22.

}

(d) Find the differential equation of the family of circles passing through the origin and having center on the x-axis.

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

(a) Solve the following linear programming problem

$$\text{Max } 3x + 4y$$

$$\text{subject to } \begin{cases} 3x + 2y \leq 6 \\ x + 4y \leq 4 \end{cases} \quad x \geq 0 \quad y \geq 0$$

Compute the increase in the criterion function if the first constraint changes to  $3x + 2y \leq 8$ .

P.T.O.

3833

8

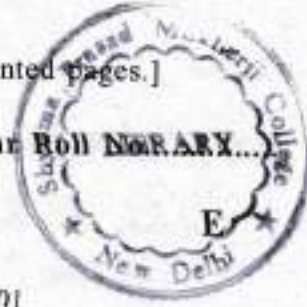
(b) Write the dual of the linear programming problem given in part (A) above and solve it.

(500)

[This question paper contains 24 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No. ARY...



Sr. No. of Question Paper : 3632

Unique Paper Code : 12271401

Name of the Paper : INTERMEDIATE  
MICROECONOMICS II

Name of the Course : BA (H) Eco. Core

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.

P.T.O.

### छात्रों के लिए निर्देश

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. यह प्रश्नपत्र दो भागों में विभाजित है।
3. कुल मिलाकर 4 प्रश्नों के उत्तर दीजिये, 2 प्रश्न भाग A से तथा 2 प्रश्न भाग B से।
4. सामान्य कैलकुलेटर का उपयोग मान्य 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

1. (a) Rani and Mani have 10 glasses of lemonade (L) and 10 slices of pizza (P), which they divide between themselves. Each has the same utility function:  $u = \max(L, P)$ . Furthermore, one slice of pizza and one glass of lemonade give the same utility to both of them. Find the Pareto efficient allocation. In a diagram, show the Pareto efficient allocation and the contract curve. Is this allocation an equitable distribution? (4+2+1.5=7.5)

(b) Consider a 2X2 exchange economy. Show that the tangency of indifference curves to the same budget line does not ensure Pareto efficiency. What conditions do we need to impose on preferences to ensure a unique and interior solution? (5)

(c) 'If we want to find a way to aggregate individual preferences to form social preferences, we will have to give up one of the properties of a social decision mechanism described in Arrow's theorem.' Discuss. (5)

(अ) रानी और मणि के पास नींबू पानी के 10 गिलास (L) तथा पिज़्ज़ा के 10 स्लाइस (P) हैं। जिसे वे आपस में बांट लेते हैं। प्रत्येक का एक ही उपयोगिता फलन है:  $u = \max(L, P)$ । इसके अलावा, पिज़्ज़ा का एक टुकड़ा एवं नींबू पानी का एक गिलास दोनों को समान उपयोगिता देता है। पारेटो कुशल आवंटन ज्ञात करें। आरेख में, पारेटो कुशल आवंटन एवं अनुबंध चक्र दिखाएं। क्या यह आवंटन एक समान वितरण है?

P.T.O.

- (ब) 2X2 विनिमय अर्थव्यवस्था पर विचार करें। दिखाएँ कि समान बजट रेखा के प्रति उदासीनता वक्रों की स्पर्शरेखा पेरैटो दक्षता सुनिश्चित नहीं करती है। एक विशेष एवं आंतरिक समाधान सुनिश्चित करने के लिए हमें वरीयताओं पर किन शर्तों को लागू करने की आवश्यकता है?
- (स) 'सामाजिक प्राथमिकताओं को बनाने के लिए व्यक्तिगत प्राथमिकताओं को एकत्र करने का एक तरीका खोजना चाहते हैं, तो हमें ऐरो के प्रमेय में वर्णित सामाजिक निर्णय तंत्र के गुणों में से एक को छोड़ना होगा।' चर्चा करें।

2. (a) Consider a two-input (capital K and labour L) and two-product (X and Y) economy with the initial allocation of K and L between X and Y. Derive the efficient allocation points in the Edgeworth-box diagram and also find the corresponding production possibility frontier. (5)
- (b) Five persons A, B, C, D, E constitute a society having preferences regarding four alternatives p, q, r and s. The following table shows how each

person ranks these alternatives from the best to the worst, going from top to bottom.

| Person A | Person B | Person C | Person D | Person E |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| p        | s        | s        | P        | r        |
| q        | r        | q        | r        | s        |
| r        | q        | p        | q        | P        |
| s        | p        | r        | s        | q        |

- (i) If rank-order voting is followed then which will be the least liked option? Explain your answer.
- (ii) Suppose pair-wise voting is followed. First consider p versus q, then consider the voting between the winner of this first contest versus r and lastly the voting between the winner of the second contest versus s. Which alternative is the final winner? Consider a different voting order. Suppose we start with voting between p

P.T.O.

and s. Then there is a vote between the winner of this first contest and q and lastly between the winner of this second contest and r. Who will be the final winner?

(iii) What do the answers in part ii illustrate?

$$(5+5+2.5=12.5)$$

(अ) K (पूंजी), L (श्रम) के X, तथा Y के मध्य प्रारंभिक आवंटन के साथ एक दो-कारक (पूंजी K और श्रम L) एवं दो-उत्पाद (X, Y) पर विचार करें। एजवर्थ-बॉक्स आरेख में कुशल आवंटन बिंदुओं को निरूपित करें तथा इसी के अनुरूप उत्पादन संभावना वक्र प्राप्त करें।

(ब) पांच व्यक्ति A, B, C, D, E चार विकल्पों p, q, r तथा s के संबंध में वरीयता वाले समाज का गठन करते हैं। निम्न तालिका दर्शाती है कि किस प्रकार प्रत्येक व्यक्ति इन विकल्पों को ऊपर से नीचे की ओर जाते हुए सर्वोत्तम से निकृष्टतम की श्रेणी में रखता है।

| Person A | Person B | Person C | Person D | Person E |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| p        | s        | s        | p        | r        |
| q        | r        | q        | r        | s        |
| r        | q        | p        | q        | p        |
| s        | p        | r        | s        | q        |

- (i) यदि रैंक-ऑर्डर वोटिंग का पालन किया जाता है तो सबसे कम पसंद किया जाने वाला विकल्प कौन सा होगा? अपने उत्तर की व्याख्या करें।
- (ii) मान लीजिए जेडीयर मतदान किया जाता है। पहले p एवं q पर विचार करें, फिर इस पहली प्रतियोगिता के विजेता तथा r के मध्य मतदान पर विचार करें एवं अंत में दूसरी प्रतियोगिता के विजेता तथा s के बीच मतदान करें। कौन सा विकल्प अंतिम विजेता है? एक अलग मतदान क्रम पर विचार करें। मान लीजिए हम p तथा s के बीच वोटिंग से शुरू करते हैं। फिर पहली प्रतियोगिता के विजेता तथा q के बीच एवं अंत में दूसरी प्रतियोगिता के विजेता तथा r के बीच एक वोट होगा। अंतिम विजेता कौन होगा?

P.T.O.

(iii) भाग ii में दिए गए उत्तर क्या दर्शाते हैं?

3. (a) Draw a suitable diagram and explain why 'there will be too little of the public good supplied in a voluntary equilibrium relative to an efficient provision of the public good'. (7.5)

(b) There are two types of electric pencil-sharpener producers. "High-quality" manufacturers produce very good sharpeners that consumers value at Rs. 15. "Low-quality" manufacturers produce not-so-good ones that are valued by consumers at Rs. 9. Assume that high-quality manufacturers and low-quality ones do not switch between qualities. At the time of purchase, customers can neither distinguish between a high-quality product and a low-quality product nor can they identify the manufacturer. However, they can determine the quality of the product after the purchase. Consumers judge the quality of pencil-sharpener available in the market on the basis of the average quality sold. If  $q$  is the fraction of high-quality and  $1-q$  that of low-quality pencil-sharpener,

consumers are willing to pay the weighted price, the weights being the fraction of the high-quality and the fraction of the low quality sharpeners. Both types of manufacturers can manufacture the product at a constant unit cost of Rs. 12.50.

- (i) What will be the equilibrium value of  $q$ , the fraction of high-quality pencil-sharpeners? Show your result in a diagram.
- (ii) Suppose the cost of production of low-quality pencil-sharpeners remains the same (Rs. 12.50) but the cost of high-quality pencil-sharpeners increases to Rs. 13. Additionally, producers can also switch between the qualities. What would be the market outcome? (5+5=10)
- (अ) एक उपयुक्त चित्र बनाइए और स्पष्ट कीजिए कि सार्वजनिक वस्तु के कुशल प्रावधान की तुलना में स्वैच्छिक संतुलन में सार्वजनिक वस्तु की आपूर्ति बहुत कम क्यों होगी।

P.T.O.

(ब) दो प्रकार के इलेक्ट्रिक पेंसिल-शार्पनर उत्पादक हैं।

“उच्च-गुणवत्ता” निर्माता बहुत अच्छे शार्पनर का उत्पादन करते हैं जो उपभोक्ताओं द्वारा 15 रुपये में मूल्यवान हैं।

“निम्न-गुणवत्ता” निर्माता कम अच्छे शार्पनर का उत्पादन करते हैं जो उपभोक्ताओं द्वारा 9 रुपये में मूल्यवान हैं। मान लें कि उच्च गुणवत्ता तथा निम्न गुणवत्ता वाले निर्माता गुणों के बीच परस्पर स्विच नहीं करते हैं। स्वरीद के समय, ग्राहक उच्च-गुणवत्ता तथा निम्न-गुणवत्ता वाले उत्पाद के बीच अंतर नहीं कर सकते और न ही वे निर्माता की पहचान कर सकते हैं। हालांकि, वे स्वरीद के बाद उत्पाद की गुणवत्ता निर्धारित कर सकते हैं। उपभोक्ता, बेची गई औसत गुणवत्ता के आधार पर बाजार में उपलब्ध पेंसिल-शार्पनर्स की गुणवत्ता को आंकते हैं। यदि  $q$  उच्च-गुणवत्ता का अंश है और  $1-q$  निम्न-गुणवत्ता वाले पेंसिल-शार्पनर्स का अंश है। उपभोक्ता भारित मूल्य का भुगतान करने को तैयार है। जहाँ उच्च-गुणवत्ता तथा निम्न गुणवत्ता वाले शार्पनर का अंश भार है। दोनों प्रकार के निर्माता 12.50 रुपये की स्थिर इकाई लागत पर उत्पाद का निर्माण कर सकते हैं।

- (i) उच्च गुणवत्ता वाले पेंसिल-शार्पनर्स के अंश  $q$  का संतुलन मूल्य क्या होगा? अपना परिणाम आरेख में दिखाइए।

- (ii) मान लीजिए कि निम्न-गुणवत्ता वाले पेसिल-शार्पनर्स के उत्पादन की लागत समान (Rs. 12.50) रहती है, लेकिन उच्च-गुणवत्ता वाले पेसिल-शार्पनर्स की लागत बढ़कर रु. 13. इसके अतिरिक्त, निर्माता गुणों के बीच भी स्विच कर सकते हैं। बाज़ार का नतीज़ा क्या होगा?

4. (a) A cinema hall is located next to a factory. The efficiency of the workers is negatively affected by the loud music in the hall. The cost function of the hall ( $C_h$ ) and that of the factory ( $C_f$ ) are as follows,

$$C_h = 5x^2 \quad \text{and} \quad C_f = 2y^2 + 4xy$$

$x$  and  $y$  are the outputs of the hall and the factory. The output price of the hall and factory are Rs. 150 and Rs. 90 respectively.

- (i) Suppose the hall decides its output independent of the factory's and the factory decides its output based on the hall's. What will be the output of both units?

P.T.O.

- (ii) Suppose the factory and the hall decide to merge. What will be the output of the hall and the factory with internalized externality? (2.5+5=7.5)

- (b) Amar (A) and Saurabh (S) are sharing a flat. They need a water filter and it costs Rs. 80 per unit. The water filter (F) is a public good in this case,  $F = 1$  if they get the filter and 0 if don't get the filter. Their utility functions are as follows.

$$U_A(F, M_A) = (1 + F) M_A \text{ and } U_S(F, M_S) = (2 + F) M_S$$

$U_A$  and  $U_S$  are the utility functions of Amar and Saurabh respectively.  $M_A$  and  $M_S$  are Amar's expenditure and Saurabh's, expenditure on private goods respectively.

- (i) Find the reservation price of each flat mate for the filter.
- (ii) Suppose the endowment of Amar is Rs. 100 and that of Saurabh is Rs. 75 to spend on the filter and private goods. The price of a unit of filter is Rs. 80. Suppose both the flat mates want to share the price of the filter equally. Will they be able to purchase the filter? Justify your answer.

(5+5=10)

- (अ) एक फैक्ट्री के निकट एक सिनेमा हॉल स्थित है। हॉल में तेज संगीत से कर्मचारियों की कार्यक्षमता पर नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। हॉल ( $C_h$ ) और फैक्ट्री ( $C_f$ ) का लागत फलन इस प्रकार है।

$$C_h = 5x^2 \quad \text{तथा} \quad C_f = 2y^2 + 4xy$$

$x$  तथा  $y$  हॉल और फैक्ट्री के उत्पाद हैं। हॉल एवं कारखाने का उत्पादन मूल्य क्रमशः Rs. 150 और Rs. 90 है।

- (i) मान लीजिए कि हॉल फैक्ट्री से स्वतंत्र होकर अपना उत्पाद तय करता है तथा फैक्ट्री हॉल के अनुकूलतम उत्पाद के आधार पर अपना उत्पाद तय करती है। दोनों इकाइयों का उत्पादन क्या होगा?
  - (ii) मान लीजिए फैक्ट्री और हॉल परस्पर विलय करने का निर्णय करते हैं। आंतरिक बाह्यता वाले हॉल और कारखाने का उत्पाद क्या होगा?
- (ब) अमर (A) और सौरभ (S) एक फ्लैट साझा कर रहे हैं। उन्हें पानी फिल्टर की जरूरत है और एक फिल्टर की कीमत रु 80 है। इस मामले में वाटर फिल्टर (F) एक सार्वजनिक वस्तु है।  $F = 1$  अगर उन्हें फिल्टर मिलता है और 0 अगर फिल्टर नहीं मिलता है। उपयोगिता कार्य इस प्रकार हैं।

P.T.O.

$$U_A (F, M_A) = (1 + F) M_A \text{ तथा}$$

$$U_S (F, M_S) = (2 + F) M_S$$

$U_A$  तथा  $U_S$  क्रमशः अमर एवं सौरभ के उपयोगिता फलन हैं।

$M_A$  तथा  $M_S$  क्रमशः अमर एवं सौरभ के निजी वस्तुओं पर किये जाने वाले व्यय हैं।

- (i) फिल्टर के लिए प्रत्येक प्लैट मेट का आरक्षण मूल्य ज्ञात कीजिए।
- (ii) मान लीजिए कि अमर की अक्षय निधि 100 रुपये तथा सौरभ की 75 रुपये है जो कि फिल्टर तथा निजी सामान पर खर्च करने के लिए है। फिल्टर की एक इकाई की कीमत 80 रुपये है। मान लीजिए कि दोनों प्लैट साथी फिल्टर की कीमत को समान रूप से साझा करना चाहते हैं। क्या वे फिल्टर खरीद पाएंगे? आपने उत्तर का औचित्य सिद्ध करें।

#### Part B

5. Consider a monopolist with the following cost ( $C(Q)$ ) and the inverse demand ( $P(Q)$ ) functions.

$$C = 25 + 2Q \text{ and } P = 100 - 2Q$$

Where  $Q$  is the monopolist's output and  $P$  is the market price

- (a) What is the slope of the average cost curve? Can you make a comment on the nature of the monopolist market in this case? (5)
- (b) Find the monopolist's output, price and profit. (5)
- (c) Do you think that the government should intervene and regulate the monopoly? Justify your answer. (5)
- (d) What will be the total output and profit with the regulation? Explain your answer with the help of a diagram. (5)

निम्नलिखित लागत ( $C(Q)$ ) और व्युत्क्रम मांग ( $P(Q)$ ) कार्यों के साथ एक एकाधिकार पर विचार करें।

$$C = 25 + 2Q \text{ and } P = 100 - 2Q$$

यहाँ  $Q$  एकाधिकारी का उत्पादन एवं  $P$  बाज़ार कीमत है।

P.T.O.

- (अ) औसत लागत वक्र का ढाल क्या है? क्या आप इस मामले में एकाधिकार बाजार की प्रकृति पर टिप्पणी कर सकते हैं?
- (ब) एकाधिकारी का उत्पादन, कीमत एवं लाभ ज्ञात कीजिए।
- (स) क्या आपको लगता है कि सरकार को हस्तक्षेप एवं एकाधिकार को विनियमित करना चाहिए? अपने उत्तर का औचित्य सिद्ध करें।
- (द) विनियमन के साथ कुल उत्पादन एवं लाभ क्या होगा? अपने उत्तर को रेखाचित्र की सहायता से स्पष्ट कीजिए।
6. (a) The inverse demand function in a duopoly market is  $P = 300 - Q$ , where  $Q = Q_1 + Q_2$ ,  $Q$  is the total output and  $Q_1$  and  $Q_2$  are the output of firm 1 and firm 2 respectively. Each firm has a constant marginal cost of Rs. 30 per unit and zero fixed costs.
- (i) Suppose both the firms decide their output simultaneously. What are the quantities chosen by each firm? What are the market price and profit of both the firms?

(ii) Suppose now that the firms decide their output sequentially and the first firm is the market leader and the second is the follower. What are the quantities chosen by both the firms? What are the market price and profit of both firms?

(ii) Draw diagrams for the above two cases. Compare the market price in part i with that in part ii. (5+5+5=15)

(b) Consider Hotelling's model - a street of length one, consumers uniformly distributed along the street, each consumer having a transportation cost equal to  $2t$ , where  $t$  is the distance travelled. Suppose there are two gas stations, one located at  $1/4$  and the other located at  $1$ . Find the demand, price and profit for the two gas stations. (5)

(अ) एक द्वाधिकार बाज़ार में व्युत्क्रम मांग फलन है :  $P = 300 - Q$  जहाँ  $Q = Q_1 + Q_2$ ,  $Q$  कुल उत्पाद है तथा  $Q_1$  एवं  $Q_2$  क्रमशः फर्म 1 और फर्म 2 का उत्पाद है। प्रत्येक फर्म की स्थिर सीमांत लागत 30 रुपये प्रति इकाई तथा स्थिर लागत शून्य है।

P.T.O.

- (i) मान लीजिए कि दोनों फर्म एक साथ अपना उत्पाद तय करती हैं। प्रत्येक फर्म द्वारा चुनी गई मात्राएँ क्या हैं? दोनों फर्मों का बाजार कीमत और लाभ क्या हैं?
- (ii) अब मान लीजिए कि कंपनियाँ अपने उत्पाद को क्रमिक रूप से तय करती हैं तथा पहली फर्म मार्केट लीडर है तथा दूसरी अनुगामी है। दोनों फर्मों द्वारा चुनी गई मात्राएँ क्या हैं? दोनों फर्मों का बाजार कीमत तथा लाभ क्या हैं?
- (iii) उपरोक्त दोनों स्थितियों के लिए रेखाचित्र बनाइए। भाग i के बाजार कीमत की तुलना भाग ii के बाजार कीमत से करें।
- (ब) हॉटेलिंग के मॉडल पर विचार करें- सड़क की लंबाई एक, सड़क के किनारे समान से वितरित उपभोक्ता, प्रत्येक उपभोक्ता की परिवहन लागत  $2t$  के बराबर है, जहाँ  $t$  तय की गई दूरी है। मान लीजिए कि दो गैस स्टेशन हैं, एक  $1/4$  पर स्थित है और दूसरा  $1$  पर स्थित है। दोनों गैस स्टेशनों की मांग, कीमत और लाभ ज्ञात कीजिए।

7. Consider the following  $3 \times 3$  game matrix.

|   | L   | C   | R   |
|---|-----|-----|-----|
| U | 3,3 | 2,1 | 2,0 |
| M | 1,1 | 1,1 | 1,0 |
| D | 2,1 | 4,2 | 1,1 |

- (a) Define Nash equilibrium and find the pure strategy Nash equilibrium for this  $3 \times 3$  game. (5)
- (b) Define strictly and weakly dominated actions. Are there any strictly or weakly dominated actions in the given game? Explain your answer. (5)
- (c) Remove the dominated actions and get a  $2 \times 2$  game matrix. Find the Nash equilibrium in a mixed strategy format. (5)
- (d) The market demand function in a duopoly market is  $Q = 140 - p$ , where  $Q$  is the total demand and  $p$  is the price. The marginal cost of production is

P.T.O.

zero. Firm 1 is the existing firm and has decided its output ( $q_1$ ). Firm 2 is contemplating entry. If Firm 2 enters then it must incur a sunk cost  $K_2$  after which it is allowed to choose  $q_2$  (output of firm 2). Compute the threshold value of  $K_2$  above which Firm 1 prefers to deter Firm 2's entry.

(5)

निम्नलिखित  $3 \times 3$  गेम मैट्रिक्स पर विचार करें।

|   | L   | C   | R   |
|---|-----|-----|-----|
| U | 3,3 | 2,1 | 2,0 |
| M | 1,1 | 1,1 | 1,0 |
| D | 2,1 | 4,2 | 1,1 |

- (अ) नैश संतुलन को परिभाषित करें और इस  $3 \times 3$  गेम के लिए शुद्ध रणनीति नैश संतुलन ज्ञात करें।
- (ब) दृढ़ एवं दुर्बल क्रियाओं को परिभाषित करें। क्या दिए गए गेम में कोई दृढ़ एवं दुर्बल प्रमुख क्रियाएं हैं? अपने उत्तर की व्याख्या करें।

(स) प्रभावी क्रियाओं को हटा दें तथा  $2 \times 2$  गेम मैट्रिक्स प्राप्त करें।  
मिश्रित रणनीति प्रारूप में नैश संतुलन ज्ञात कीजिए।

(द) बाधिकार बाजार में बाजार मांग फलन  $Q = 140 - p$  है, जहाँ  $Q$  कुल मांग है तथा  $p$  कीमत है। उत्पादन की सीमांत लागत शून्य है। फर्म 1 मौजूदा फर्म है और उसने अपना आउटपुट तय कर लिया है तथा फर्म 2 प्रवेश पर विचार कर रही है। यदि फर्म 2 प्रवेश करती है तो उसे  $K_2$  संक लागत के बाद उसे  $q_2$  (फर्म 2 का आउटपुट) चुनने की अनुमति दी जाती है।  $K_2$  के आरम्भिक कीमत की गणना करें, जिसके ऊपर फर्म 1, फर्म 2 की प्रविष्टि को रोकना पसंद करती है।

8. (a) Suppose three players play a game with a selfish motive or try to maximize their own payoffs. Each of them announces an integer between 1 and 6 (both integers included). If the three integers are different, the player whose integer is the closest to  $2/3$  of the average of the three integers gets Rs. 6. If two or even three integers are the same then Rs. 6 will be divided equally among the announcers of the integer/s closer to  $2/3$  of the average of the three. Is there a Nash equilibrium in this game? (5)

P.T.O.

(b) Do you agree with the statement that a monopolist does not have a supply curve? Explain your answer. (5)

(c) The marginal cost of the monopolist is Rs. 10, equal to the average cost. Assume the monopolist sells its goods in two different markets separated by some distance. The demand curve in markets 1 and 2 are as follows.

$$q_1 = 70 - p_1 \text{ and } q_2 = 70 - 2 p_2$$

where  $q_1$  and  $q_2$  are the quantities demanded in market 1 and market 2 respectively and  $p_1$  and  $p_2$  are prices in markets 1 and 2 respectively.

(i) Find the equilibrium price and quantities in both the markets. Draw the diagram.

(ii) Compare the price elasticities of demand in both market 1 and market 2.

(5+5=10)

(अ) मान लीजिए कि तीन खिलाड़ी स्वार्थी उद्देश्य से एक खेल खेलते हैं या अपने स्वयं के भुगतान को अधिकतम करने का प्रयास करते हैं। उनमें से प्रत्येक 1 और 6 के बीच एक पूर्णांक की

घोषणा करता है (दोनों पूर्णांक शामिल हैं)। यदि तीन पूर्णांक अलग-अलग हैं, तो जिस खिलाड़ी का पूर्णांक तीन पूर्णाकों के औसत के  $2/3$  के सबसे निकट है, उसे 6 रुपये मिलते हैं। यदि दो या तीन पूर्णांक समान हों तो रु. 6 को तीन के औसत के  $2/3$  के करीब पूर्णांक के उद्घोषकों के बीच समान रूप से विभाजित किया जाएगा। क्या इस खेल में नैश संतुलन है?

- (ब) क्या आप इस कथन से सहमत हैं कि एकाधिकारी का आपूर्ति वक्र नहीं होता है? अपना उत्तर समझाएं।
- (स) एक एकाधिकारी की सीमांत लागत 10, रुपये है जो कि औसत लागत के बराबर है। मान लें कि एकाधिकारी अपना उत्पाद दो अलग-अलग बाजारों में बेचता है जो कुछ दूरी से अलग होते हैं। बाजार 1 तथा 2 में मांग वक्र इस प्रकार हैं।

$$q_1 = 70 - p_1 \text{ and } q_2 = 70 - 2 p_2$$

जहाँ  $q_1$  का तथा  $q_2$  क्रमशः बाजार 1 और बाजार 2 में मांगी गयी मात्रा हैं तथा  $p_1$  तथा  $p_2$  क्रमशः बाजार 1 और 2 में कीमतें हैं।

P.T.O.

- (i) दोनों बाजारों में संतुलन कीमत तथा मात्रा ज्ञात कीजिए।  
रेखाचित्र बनाइए।
- (ii) बाजार 1 तथा बाजार 2 दोनों में मांग की कीमत लोच की तुलना करें।

[This question paper contains 12 printed pages.]

Your Roll No. ....



Sr. No. of Question Paper : 3982

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 को 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।

P.T.O.

## SECTION A

खंड क

Answer briefly any six of the following questions.

(5 marks each)

निम्नलिखित में से किन्हीं छह प्रश्नों के संक्षिप्त उत्तर दीजिए।

(5 अंक प्रत्येक)

1. Explain why the share of the population that works in the research sector is less than optimal in the Romer Model?

व्याख्या करें रोमर मॉडल में अनुसंधान क्षेत्र में काम करने वाली आबादी का हिस्सा सर्वोत्तम से कम क्यों है?

2. You are given the following information about an economy :

Saving-output ratio = 20%

Capital-output ratio = 2

Expected rate of growth of output = 6%

Discuss the possibility of steady growth for this economy in a simple Harrod model.

आपको एक अर्थव्यवस्था के बारे में निम्नलिखित जानकारी दी गई है :

बचत-उत्पादन अनुपात = 20%

पूँजी-उत्पादन अनुपात = 2

उत्पादन की वृद्धि की अपेक्षित दर = 6%

एक साधारण ढाँचा में इस अर्थव्यवस्था के स्थिर विकास की संभावना पर चर्चा कीजिए।

3. How does Friedman's 'fooling model' explain the occurrence of business cycles? What do you think would be the shape of the long-run supply curve under the assumptions of this model?

फ्रीडमैन का 'फूलींग ढाँचा' व्यापार चक्रों की घटना की व्याख्या कैसे करता है? आपको क्या लगता है कि इस ढाँचा की मान्यताओं के तहत दीर्घकालीन आपूर्ति वक्र का आकार क्या होगा?

4. Suppose that a foreign exchange trader observes the following exchange rates

\$1 = € 1 in New York

€ 1 = £ 0.88 in Frankfurt

£ 0.80 = \$ 1 in London

Show that there is a possibility of profitable arbitrage and calculate the profit on a \$1000 investment. Explain the market mechanism by which consistent cross rates among the three pairs of currencies would be established.

P.T.O.

कल्पना करें एक विदेशी मुद्रा व्यापारी निम्नलिखित विनिमय दरों को देखता है

$$\text{\$1} = \text{न्यूयॉर्क में } \text{£1}$$

$$\text{£1} = \text{फ्रैंकफर्ट में } \text{£0.88}$$

$$\text{लंदन में } \text{£0.80} = \text{\$1}$$

दिखाएँ कि लाभदायक अंतरपणन की संभावना है और \\$1000 के निवेश पर लाभ की गणना करें। उस बाजार तंत्र की व्याख्या करें जिसके द्वारा मुद्राओं के तीन जोड़े के बीच लगातार क्रॉस रेट स्थापित होंगे।

5. Consider an economy under a fixed exchange rate system with

$$\text{Nominal GDP} = \$220 \text{ million}$$

$$\text{Money Supply} = \$50 \text{ million}$$

$$\text{Velocity of circulation of money, } V = 4$$

$$\text{Money Multiplier, } m = 5$$

Use your understanding of the monetary approach to BOP and find the effect on BOP of the economy, this situation would lead to, given that monetary authorities will keep the domestic component of monetary base constant.

What do you think would happen if the economy was under a flexible exchange rate system?

एक निश्चित विनिमय दर प्रणाली के तहत एक अर्थव्यवस्था पर विचार करें

नाममात्र जीडीपी = 220 मिलियन डॉलर

मुद्रा पूर्ति = 50 मिलियन डॉलर

धन के संचलन का वेग,  $V = 4$

मुद्रा गुणक,  $m = 5$

बीओपी के लिए मौद्रिक दृष्टिकोण की अपनी समझ का उपयोग करें और अर्थव्यवस्था के बीओपी पर प्रभाव का पता लगाएं, यह स्थिति दी जाएगी कि मौद्रिक अधिकारी मौद्रिक आधार के घरेलू घटक को स्थिर रखेंगे।

आपको क्या लगता है कि अगर अर्थव्यवस्था लचीली विनिमय दर प्रणाली के तहत होती तो क्या होता?

6. Explain why in a world where the Ricardian Equivalence proposition holds, a long sequence of deficits and an increase in government debt would have no effect on the accumulation of capital.

व्याख्या करें कि एक ऐसी दुनिया में जहां रिकार्डियन समतुल्यता प्रस्ताव सत्य है, घाटे का एक लंबा क्रम और सरकारी ऋण में वृद्धि का पूंजी के संचय पर कोई प्रभाव नहीं पड़ेगा।

P.T.O.

7. What causes bank panics and why do they worsen financial crises?

बैंक आकस्मिक भय के क्या कारण हैं और ये वित्तीय संकट को और क्यों बढ़ाते हैं?

8. In the steady-state there is no 'capital deepening' and only 'capital widening' occurs. Explain this statement by elucidating the concept of steady-state in the Solow model with no technological progress.

स्थिर-अवस्था में कोई 'पूंजी गहनीकरण' नहीं होता है और केवल 'पूंजी विस्तार' होता है। बिना तकनीकी प्रगति वाले सोलो ढांचा में स्थिर-अवस्था की अवधारणा को स्पष्ट करते हुए इस कथन की व्याख्या 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) In the Solow framework, consider an economy with technological progress and  $\alpha = 0.5$ . At the initial steady state, its output per worker is growing at the rate of 4% per annum. Now, suppose at

time  $t = 0$ , the rate of technological progress permanently increases to 6%. Using the equation that determines the growth rate of capital per effective worker along the transition path to the steady state examine:

- (i) What will be the immediate impact on the growth rate of capital per worker and growth rate of output per worker?
- (ii) What happens to the long-run equilibrium growth rate of the same set of variables?

(4+3.5)

- (b) (i) Suppose that an economy has a production function  $Y = AK$ , (where  $A$  is a positive constant), the savings rate is ' $s$ ' and the rate of depreciation is ' $d$ '. Show that in this economy, government policies that increase ' $s$ ' permanently will lead to a permanent increase in the growth rate of the economy.
- (ii) What constitutes the social infrastructure of an economy? Using the concepts of production and diversion, explain how governments can play a decisive role in encouraging investment.

(4+3.5)

P.T.O.

(क) सोलो डांचा में, तकनीकी प्रगति वाली अर्थव्यवस्था पर विचार करें और  $\alpha = 0.5$ । प्रारंभिक स्थिर अवस्था में, इसका उत्पादन प्रति श्रमिक 4% प्रति वर्ष की दर से बढ़ रहा है। अब, मान लीजिए कि समय  $t=0$  पर, तकनीकी प्रगति की दर स्थायी रूप से बढ़कर 6% हो जाती है। उस समीकरण का उपयोग करना जो स्थिर अवस्था की जांच के लिए संक्रमण पथ के साथ प्रति प्रभावी कार्यकर्ता पूंजी की वृद्धि दर निर्धारित करता है:

- (i) प्रति कार्यकर्ता पूंजी वृद्धि दर और प्रति कार्यकर्ता उत्पादन की विकास दर पर तत्काल प्रभाव क्या होगा?
- (ii) पूर्वकथित चरों के समूह की दीर्घकालीन संतुलन विकास दर का क्या होता है?

(ख) (i) कल्पना करें कि किसी अर्थव्यवस्था का उत्पादन फलन  $Y = AK$  है, (जहाँ  $A$  एक सकारात्मक स्थिरांक है), बचत दर ' $s$ ' है और मूल्यहास की दर ' $d$ ' है। दिखाएँ कि इस अर्थव्यवस्था में स्थायी रूप से ' $s$ ' बढ़ाने वाली सरकारी नीतियों से अर्थव्यवस्था की विकास दर में स्थायी वृद्धि होगी।

- (ii) एक अर्थव्यवस्था के सामाजिक दुनियादी ढांचे का गठन क्या है? उत्पादन और विपणन की अवधारणाओं का उपयोग करते हुए व्याख्या कीजिए कि निवेश को प्रोत्साहित करने में सरकारें किस प्रकार निर्णायक भूमिका निभा सकती हैं।

10. (a) Bring out the difference in the design of monetary policy under money growth targeting and inflation targeting. Explain how a central bank that follows the Taylor rule will stabilize economic activity and achieve its target inflation rate in the medium run. (7.5)

(b) Show how the profit-maximizing behaviour of a monopolistic firm in the presence of even small menu costs will lead to large business cycles and will have adverse consequences for society. Is the loss to society avoidable? How? (7.5)

(क) धन वृद्धि लक्ष्यीकरण और मुद्रास्फीति लक्ष्यीकरण के तहत मौद्रिक नीति की बनावट में अंतर पर प्रकाश डालिए। 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।

(ख) दिखाएँ एकाधिकार फर्म का लाभ-अधिकतमकरण का व्यवहार कैसे, छोटी मुल्ये विवरण लागतों की उपस्थिति में भी बड़े व्यापार चक्रों को जन्म देगी और समाज के लिए प्रतिकूल परिणाम होंगे। क्या समाज का नुकसान टाला जा सकता है? कैसे?

P.T.O.

11. (a) Use the Extended Asset Market Model to discuss the portfolio adjustments and movement in the exchange rate when there is an –

(i) increase in the expected appreciation of foreign currency;

(ii) an increase in the domestic interest rate.

(7.5)

- (b) Show that under the assumptions of perfect capital mobility, constant prices and fixed exchange rate while monetary policy is completely ineffective in changing output, fiscal policy is extremely effective. (7.5)

- (क) निवेश सूची समायोजन पर चर्चा करने के लिए विस्तारित परिसंपत्ति बाजार ढाँचे का उपयोग करें और विनिमय दर में संचलन जब होता है –

(i) विदेशी मुद्रा की अपेक्षित वृद्धि में वृद्धि;

(ii) घरेलू ब्याज दर में वृद्धि।

- (ख) दिखाएँ कि पूर्ण पूंजी गतिशीलता, स्थिर कीमतों और निश्चित विनिमय दर की धारणाओं के तहत जबकि मौद्रिक नीति उत्पादन को बदलने में पूरी तरह से अप्रभावी है, राजकोषीय नीति अत्यंत प्रभावी है।

12. (a) Consider the following production function for ideas in the Romer model

$$\dot{A} = \delta L_A, \text{ where } \delta \text{ is a positive constant,}$$

$L_A$  is the number of researchers and is a constant fraction  $s_R$  of the total labour force.

If the labour force is growing at the rate of  $n$ ,

- (i) Show that along a balanced growth path, growth rate of  $A$  is  $n$ .

- (ii) What will happen to the growth rate of  $A$  if there is a permanent increase in  $s_R$ ?

(3+4.5)

- (b) Using the government budget constraint, examine what determines the evolution of debt to GDP ratio over time. Also, explain how higher this ratio, larger is the potential for catastrophic debt dynamics? (7.5)

- (क) रोमर ढाँचे में विचारों के उत्पादन फलन पर विचार करें

$$\dot{A} = \delta L_A, \text{ जहाँ } \delta \text{ एक धनात्मक स्थिरांक है,}$$

$L_A$  शोधकर्ताओं की संख्या है और कुल श्रमिक बर्ग का एक स्थिर अंश  $s_R$  है।

P.T.O.

यदि श्रमिक वर्ग  $n$  की दर से बढ़ रही है,

- (i) दिखाएँ कि संतुलित विकास पथ के साथ,  $A$  की विकास दर  $n$  है।
  - (ii) यदि  $s_R$  में स्थायी वृद्धि होती है तो  $A$  की विकास दर का क्या होगा?
- (ख) सरकारी बजट की कमी का उपयोग करते हुए, जांच करें कि समय के साथ जीडीपी अनुपात में कर्ज का विकास क्या निर्धारित करता है। साथ ही, स्पष्ट करें कि यह अनुपात कितना अधिक है, विपत्तिपूर्ण ऋण गतिकी की संभावना कितनी अधिक है?

[This question paper contains 24 printed pages.]



Your Roll No.....

**E**

**Sr. No. of Question Paper : 4003**

**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 समान अंक हैं।
4. साधारण गैर-प्रोग्राम योग्य कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है। आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय सारणियाँ 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।
6. सभी गणनाओं के लिए दो दशमलव स्थानों पर संख्याओं को गोल किया जा सकता है।

1. State whether the following statements are True or False. Give reasons for your answer.

- (i) Consider a simple regression model estimated using OLS. It is known that the Explained Sum of Squares is 75% higher than the Residual Sum of Squares. This implies that more than 75% of the total variation in the dependent variable is explained by the variation in the explanatory variable.
- (ii) In a simple regression model estimated using OLS, the residuals ( $e_i$ ) are such that  $\bar{e} = 0$  and  $\bar{e}^2 = 0$ .

P.T.O.

- (iii) The OLS estimate of slope coefficient of regressing Y on X is same as that of regressing X on Y.
- (iv) In a linear regression  $\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$  the measure of goodness of fit  $R^2$  was estimated as 0.70. The p-value of the slope coefficient is 0.578. The coefficient is statistically significant since X explains 70% of variation in Y.
- (v) If X and Y are related to each other by the equation:  $Y = 2 + 0.5 X$ , the correlation coefficient between them is 0.5. (5×3=15)

1. बताइए कि निम्नलिखित कथन सही हैं या गलत। अपने उत्तर के कारण बताएं।

- (i) ओएलएस का उपयोग करके अनुमानित एक साधारण प्रतिगमन मॉडल पर विचार कीजिए। यह ज्ञात है कि वर्गी का समझाया योग शेष वर्गी के योग से 75% अधिक है। इसका तात्पर्य यह है कि आश्रित घर में कुल भिन्नता का 75% से अधिक व्याख्यात्मक घर में भिन्नता द्वारा समझाया गया है।
- (ii) ओएलएस का उपयोग करके अनुमानित एक साधारण प्रतिगमन मॉडल में, अवशिष्ट (e) ऐसे हैं कि  $\bar{e} = 0$  अथवा  $\bar{e}^2 = 0$ ।
- (iii) X पर प्रतिगामी Y के ढलान गुणांक का OLS अनुमान वही है जो Y पर प्रतिगामी X का है।
- (iv) एक रेखीय प्रतिगमन  $\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$  में आसंजन श्रेष्ठता  $R^2$  का माप 0.70 के रूप में अनुमानित किया गया था। ढलान गुणांक का पी - मान 0.578 है। गुणांक सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि X, Y में 70% भिन्नता की व्याख्या करता है।
- (v) यदि X और Y एक दूसरे से समीकरण द्वारा संबंधित हैं:  $Y = 2 + 0.5 X$ , उनके बीच सहसंबंध गुणांक 0.5 है। (5×3=15)

2. A researcher obtained the following results for determining the relation between school dropout rates of a district (% of class V students who drop out of school) in India and district's per capita income, district's expenditure on education and a dummy variable  $D\_partyABC = 1$  if political party ABC was in power, =0 otherwise. 215 districts were included in this study.

| Model # | Intercept       | Per capita Income( $X_1$ ) | District's expenditure on education( $X_3$ ) | D_partyABC ( $X_4$ ) | $R^2$  | TSS |
|---------|-----------------|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------|--------|-----|
| 1       | 1.422<br>(.876) | -0.231<br>(.058)           | -0.379<br>(.14)                              | 0.002<br>(.00001)    | 0.9452 |     |
| 2       | 0.442<br>(.561) | -0.115<br>(.045)           | --                                           |                      | 0.8952 |     |

*p values are reported in the parentheses*

- (i) What are a priori expected sign of the coefficient of district's expenditure on education and why? What is the p value of this coefficient in model#1?
- (ii) An opposition party XYZ claims that wherever party ABC comes to power, school drop- out rates increase. Is this a valid claim?
- (iii) Test the hypothesis  $H_0: B_3=0 \text{ \& } B_4=0$ ?
- (iv) Calculate  $\bar{R}^2$  for model #2. Will this be greater than the  $\bar{R}^2$  for model# 1 and why?
- (vi) To test for heteroscedasticity, the researcher conducted a Glejser test for model #1 and obtained the p value to be 0.04. What can you conclude about the absence of heteroscedasticity? (5×3=15)

2. एक शोधकर्ता ने भारत में एक जिले के स्कूल छोड़ने वालों की दर (कक्षा V के छात्रों का % जो स्कूल छोड़ देते हैं) और जिले की प्रति व्यक्ति आय, शिक्षा पर जिले के खर्च और एक डमी चर  $D\_PartyABC = 1$  यदि राजनीतिक दल एबीसी सत्ता में था,

= 0 अन्यथा

के बीच संबंध निर्धारित करने के लिए निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किए। इस अध्ययन में 215 जिलों को शामिल किया गया था।

| नमूना# | इंटरसेप्ट       | प्रति व्यक्ति आय ( $X_2$ ) | जिले का शिक्षा पर व्यय ( $X_3$ ) | $D\_partyABC$ ( $X_4$ ) | $R^2$  | TSS |
|--------|-----------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------|-----|
| 1      | 1.422<br>(.876) | -0.231<br>(.058)           | -0.379<br>(.14)                  | 0.002<br>(.00001)       | 0.9452 |     |
| 2      | 0.442<br>(.561) | -0.115<br>(.045)           | —                                |                         | 0.8952 |     |

p मान कोष्ठक में बताए गए हैं

- (i) शिक्षा पर जिले के व्यय के गुणांक के प्राथमिक अपेक्षित संकेत क्या हैं और क्यों? मॉडल #1 में इस गुणांक का p मान क्या है?
- (ii) एक विपक्षी दल XYZ का दावा है कि जहाँ भी पार्टी ABC सत्ता में आती है, स्कूल छोड़ने वालों की दर बढ़ जाती है। क्या यह एक वैध दावा है?
- (iii) परिकल्पना  $H_0: B_3=0 \text{ \& } B_4=0$  का परीक्षण कीजिए।
- (iv) मॉडल #2 के लिए ( $\bar{R}^2$ ) की गणना कीजिए। क्या यह मॉडल #1 के ( $\bar{R}^2$ ) से अधिक होगा और क्यों?

(v) विषमलैंगिकता का परीक्षण करने के लिए, शोधकर्ता ने मॉडल #1 के लिए ग्लेजसर परीक्षण किया और  $p$  मान 0.04 प्राप्त किया। विषमलैंगिकता की अनुपस्थिति के बारे में आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं? (5×3=15)

3. Suppose demand for Brazilian coffee in country Rico is a function of the real price of Brazilian coffee ( $P_{bc}$ ), real price of tea ( $P_t$ ) and real disposable income ( $Y_d$ ) in Rico. Suppose following results were obtained by running the implied regression:

$$\begin{aligned} \widehat{Coffee} &= 9.1 + 7.8 P_{bc} + 2.4 P_t + 0.0035 Y_d \\ t &= \quad (0.5) \quad (2.0) \quad (3.5) \\ \bar{R}^2 &= 0.60 \quad N = 25 \end{aligned}$$

- (i) Interpret the slope coefficients. Are the signs in accordance with economic theory?  
 (ii) Do you think that the equation suffers from some problem? What could be the nature of the problem?  
 (iii) What are in general the consequences of problem if any detected in part (ii)?  
 (iv) Suppose the researcher drops  $P_{bc}$  and run the following regression

$$\begin{aligned} \widehat{Coffee} &= 9.3 + 2.6 P_t + 0.0036 Y_d \\ t &= \quad (2.6) \quad (4.0) \\ \bar{R}^2 &= 0.61 \quad N = 25 \end{aligned}$$

Has the researcher made the correct decision in dropping  $P_{bc}$  from the equation? Explain.

- (v) Do you think that Brazilian coffee in Rico is price inelastic? Why/Why not? (5×3=15)

3. मान लीजिए कि रीको देश में ब्राजीलियाई कॉफी की मांग ब्राजीलियाई कॉफी की वास्तविक कीमत ( $P_{bc}$ ), चाय की वास्तविक कीमत ( $P_t$ ) और रीको में वास्तविक प्रयोज्य आय ( $Y_d$ ) का फलन है। मान लीजिए निहित प्रतिगमन चलाकर निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किए गए:

$$\begin{aligned} \widehat{Coffee} &= 9.1 + 7.8 P_{bc} + 2.4 P_t + 0.0035 Y_d \\ t &= \quad (0.5) \quad (2.0) \quad (3.5) \\ \bar{R}^2 &= 0.60 \quad N = 25 \end{aligned}$$

- (i) ढाल गुणांकों की व्याख्या कीजिए। क्या संकेत आर्थिक सिद्धांत के अनुसार हैं?  
 (ii) क्या आप सोचते हैं कि समीकरण में कुछ समस्या है? समस्या की प्रकृति क्या हो सकती है?  
 (iii) यदि भाग (ii) में किसी समस्या का पता चलता है तो सामान्य तौर पर उसके क्या परिणाम होते हैं?  
 (iv) मान लीजिए कि शोधकर्ता  $P_{bc}$  को छोड़ देता है और निम्नलिखित प्रतिगमन चलाता है

$$\widehat{Coffee} = 9.3 + 2.6 P_t + 0.0036 Y_d$$

$$t = \frac{(2.6)}{(4.0)} \quad \bar{R}^2 = 0.59 \quad N = 25$$

क्या शोधकर्ता ने PBC को समीकरण से हटाने का सही निर्णय लिया है? व्याख्या कीजिए।

(v) क्या आपको लगता है कि रिको में ब्राजीलियन कॉफी की कीमत बेरोचदार है? क्यों, क्यों नहीं? (5×3=15)

4. An NGO has performed a regression analysis to determine whether divorce rates affect suicide rates ( $S_i$ ) in a country. The NGO used data for 40 countries for the year 2010 and obtained the following results using OLS

$$S_i = 22.33 - 0.0237HDI + 532.45 \ln GDP_{per\ capita} + 0.0056 Divorce\ Rates$$

(0.0034)      (-.019)                      (0.15)                      (.05)

Where  $S_i$  is the number of suicides per million population in a country in the year 2019

HDI is the Human development index ranging from 0 to 100

GDP per capita is Gross domestic product per capita (in \$)

Divorce Rates is number of divorces per million population in a country in the year 2019

- (i) Why did not the NGO use only divorce rate as an explanatory variable? What would be the properties of OLS estimator of the coefficient of divorce rate in such a regression?
- (ii) Given GDP has an exact relation with HDI where  $HDI = (GDP\ per\ capita \cdot Literacy\ Rates \cdot Life\ Expectancy)^{1/3}$ , will perfect multi-collinearity be a problem in the above regression?
- (iii) Interpret the coefficients of  $\ln GDP$  per capita and Divorce rates.
- (iv) Suppose NGO only examines the impact of divorce rates on suicide rates and run the following regression:  $S_i = \beta_1 + \beta_2 Divorce Rates_i + \varepsilon_i$ . Show that  $\beta_2$  is an efficient estimator.
- (v) The NGO also ran a time series regression for one specific country for a period of 35 years and obtained the following results.

$$S_t = 10.433 - .047 HDI_t + 343.45 \ln GDP_{per\ capita_t} + .0002 Divorce\ Rates_t$$

$$Durbin\ Watson\ d = 2.03$$

What can be inferred about the presence of AR(1) from these results? (5×3=15)

4. एक एनजीओ ने यह निर्धारित करने के लिए एक प्रतिगमन विश्लेषण किया है कि तलाक की दर किसी देश में आत्महत्या दर (एसआई) को प्रभावित करती है या नहीं। एनजीओ ने वर्ष 2010 के लिए 40 देशों के डेटा का उपयोग किया और ओएलएस का उपयोग करते हुए निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किए

$$S_i = 22.33 - 0.0237HDI + 532.45 \ln GDP_{per\ capita} + 0.0056 Divorce\ Rates$$

(0.0034)      (-.019)                      (0.15)                      (.05)

जहाँ  $S_t$  = वर्ष 2019 में किसी देश में प्रति मिलियन जनसंख्या पर आत्महत्याओं की संख्या है

HDI 0 से 100 तक का मानव विकास सूचकांक है

प्रति व्यक्ति सकल घरेलू उत्पाद प्रति व्यक्ति सकल घरेलू उत्पाद (\$ में) है

तलाक की दर वर्ष 2019 में किसी देश में प्रति मिलियन जनसंख्या पर तलाक की संख्या है

- (i) एनजीओ ने व्याख्यात्मक चर के रूप में केवल तलाक की दर का उपयोग क्यों नहीं किया? ऐसे प्रतिगमन में तलाक दर के गुणांक के ओएलएस अनुमानक के गुण क्या होंगे?
- (ii) दिए गए जीडीपी का एचडीआई के साथ एक सटीक संबंध है जहाँ एचडीआई = (जीडीपी प्रति व्यक्ति \* साक्षरता दर \* जीवन प्रत्याशा)<sup>1/3</sup>, उपरोक्त प्रतिगमन में पूर्ण बहु-समरूपता एक समस्या होगी?
- (iii)  $\ln$  GDP प्रति व्यक्ति और तलाक दरों के गुणांकों की व्याख्या कीजिए।
- (iv) मान लीजिए एनजीओ केवल आत्महत्या दरों पर तलाक दरों के प्रभाव की जांच करता है और निम्नलिखित प्रतिगमन चलाता है:  $S_t = \beta_1 + \beta_2 \text{DivorceRates}_t + \epsilon_t$ । दिखाइए  $\beta_2$  एक कुशल अनुमानक है।
- (v) एनजीओ ने 35 वर्षों की अवधि के लिए एक विशिष्ट देश के लिए एक समय श्रृंखला प्रतिगमन भी चलाया और निम्नलिखित परिणाम प्राप्त किये।

$$S_t = 10.433 - 0.047 \text{HDI}_t + 343.45 \ln \text{GDP per capita}_t + .0002 \text{Divorce Rates}_t$$

$$\text{Durbin Watson } d = 2.03$$

इन परिणामों से AR(1) की उपस्थिति के बारे में क्या अनुमान लगाया जा सकता है?

(5×3=15)

5. Data is available on per unit cost (Y in Rs) of a manufacturing firm over a 20-year period, and index of its output (X). Following results were obtained:

$$\hat{Y}_t = 10.522 - 0.175X_t + 0.000895X_t^2$$

$$t = \quad (14.3) \quad (-9.7) \quad (7.8)$$

$$R^2 = 0.978 \quad \text{TSS} = 5700$$

- (i) Interpret the signs of the two slope coefficients in the above regression.
- (ii) At what level of output will the average cost function be minimum?
- (iii) Compute adjusted  $R^2$ . Is adjusted  $R^2$  always less than  $R^2$ ? Justify your answer.
- (iv) Test that the variance of per unit cost ( $\sigma^2_Y$ ) over this 20 year period=20 against not equal to 20. Use 5% level of significance.

- (v) Would your answer remain the same if a 95% confidence interval is constructed to test the same hypothesis? Construct the interval and justify your answer.

(5x3=15)

5. 20 साल की अवधि में एक निर्माण फर्म की प्रति यूनिट लागत (Y रुपये में) और इसके आउटपुट (X) के सूचकांक पर डेटा उपलब्ध है। निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए:

$$\hat{Y}_t = 10.522 - 0.175X_t + 0.000895X_t^2$$

$$t = \quad (14.3) \quad (-9.7) \quad (7.8)$$

$$R^2 = 0.978 \quad TSS = 5700$$

- (i) उपरोक्त प्रतिगमन में दो ढाल गुणांकों के संकेतों की व्याख्या कीजिए।
- (ii) उत्पादन के किस स्तर पर औसत लागत फलन न्यूनतम होगा?
- (iii) समायोजित  $R^2$  की गणना कीजिए। क्या समायोजित  $R^2$  हमेशा  $R^2$  से कम होता है? अपने जवाब का औचित्य साबित कीजिए।
- (iv) परीक्षण कीजिए कि इस 20 वर्ष की अवधि में प्रति इकाई लागत ( $\sigma^2_Y$ ) का विचरण 20 के बराबर है विरुद्ध कि वह 20 के बराबर नहीं है। 5% स्तर के महत्व का उपयोग कीजिए।
- (v) यदि उसी परिकल्पना का परीक्षण करने के लिए 95% विश्वास अंतराल का निर्माण किया जाता है, तो क्या आपका उत्तर वही रहेगा? अन्तराल की रचना कीजिए और अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

(5x3=15)

6. The amount of loan ( $L_i$  in lakhs) that is sanctioned by a bank to an applicant is regressed on Gender (Dummy for Male:  $D\_Male=1$  if male, 0 otherwise), Credit Score ( $C_i$  higher values indicate good credit history), Income of ( $Inc_i$  in lakh Rupees) and education level ( $Ed_i$  in years) of the applicant for a sample of 45 applicants

$$\ln L_i = 4.999 - 0.0038D\_Male_i + 0.043C_i + 1.062\ln/Inc_i + 0.998Ed_i$$

$$R^2 = 0.6541$$

- (i) What are the likely consequences on the results of the Gauss Markov theorem if it is found that income and education have a high correlation coefficient of 0.88?
- (ii) Interpret the coefficient of  $D\_Male$ .
- (iii) Test for overall goodness of fit of this regression.
- (iv) The value of the test statistic of the White's General test was found to be 9.69. What is the distribution of this test statistic? What are the null and alternative hypotheses of this test? What can you conclude about the presence of heteroscedasticity based on the above information given squares and cross products of explanatory variables were included in the auxiliary regression?
- (v) What could be the possible remedy of the problem if heteroscedasticity is indeed present? Assume that error variances are unknown.

(3x5=15)

6. ऋण की राशि ( $L_i$  लाख में) जो एक बैंक द्वारा एक आवेदक को स्वीकृत की जाती है, लिंग (पुरुष के लिए डमी:  $D\_Male = 1$  यदि पुरुष, 0 अन्यथा), क्रेडिट स्कोर ( $C_i$  उच्च मान अच्छे क्रेडिट इतिहास का संकेत देते हैं), आय 45 आवेदकों के नमूने के लिए आवेदक का (लाख रुपये में) और शिक्षा स्तर ( $ED_i$  वर्षों में)

$$\ln L_i = 4.999 - 0.0038D\_Male_i + 0.043C_i + 1.062\ln inc_i + 0.998ED_i$$

$$R^2=0.6541$$

- (i) गॉस मार्कोव प्रमेय के परिणामों पर संभावित परिणाम क्या हैं यदि यह पाया जाता है कि आय और शिक्षा का उच्च सहसंबंध गुणांक 0.88 है?
- (ii)  $D\_Male$  के गुणांक की व्याख्या कीजिए।
- (iii) इस प्रतिगमन के फिट होने की समग्र अच्छाई के लिए परीक्षण कीजिए।
- (iv) व्हाइट के सामान्य परीक्षण के परीक्षण आँकड़ों का मान 9.69 पाया गया। इस परीक्षण आँकड़े का वितरण क्या है? इस परीक्षण की अशक्त और वैकल्पिक परिकल्पनाएँ क्या हैं? उपरोक्त जानकारी के आधार पर विषमलैंगिकता की उपस्थिति के बारे में आप क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं, दिए गए वर्गों और व्याख्यात्मक चर के क्रॉस उत्पादों को सहायक प्रतिगमन में शामिल किया गया था?
- (v) यदि विषमलैंगिकता वास्तव में मौजूद है तो समस्या का संभावित उपचार क्या हो सकता है? मान लें कि त्रुटि प्रसरण अज्ञात है। (3x5=15)

Q7. A real estate Company used housing sales data to estimate the effect that the pandemic lockdown had on demand for sub-urban real estate

$$\ln Y_t = -1.83 + 0.08D_t - 0.91\ln X_t + 0.55(D_t \ln X_t)$$

Where  $Y_t$  = Share of sub-urban housing deals during a month,  $X_t$  = price per square metre of sub-urban real estate,  $t$  = time,

$D_t=1$ , if  $t$  is a lockdown month

= 0, if  $t$  is not a lockdown month

All estimates are statistically significant at 5% level of significance.

- (i) Write the regression functions for lockdown months and non- lockdown months.
- (ii) How would you test the hypothesis that lockdown had no impact on price-elasticity for sub-urban housing?
- (iii) Rewrite the regression result if Dummy assignment is switched as below:  
 $D_t=0$ , if  $t$  is a lockdown month  
 $= 1$  if  $t$  is not a lockdown month
- (iv) Another investigator believes that the relationship between the two variables  $X$  and  $Y$  is given by  $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \varepsilon_t$ . Given a sample of  $n$  observations, the investigator

estimates  $\beta_2$  by calculating it as the average value of  $Y$  divided by the average value of  $X$ . Discuss the properties of this estimator. What difference would it make if it could be assumed that  $\beta_1 = 0$ ?

- (v) What will be the consequence for the Gauss Markov theorem if there are errors in measuring  $Y$ ? (3x5=15)

7. एक रियल एस्टेट कंपनी ने उप-शहरी रियल एस्टेट की मांग पर महामारी लॉकडाउन के प्रभाव का अनुमान लगाने के लिए आवास बिक्री डेटा का उपयोग किया

$$\ln Y_t = -1.83 + 0.08D_t - 0.91 \ln X_t + 0.55(D_t \ln X_t)$$

जहां  $Y$  = एक महीने के दौरान उप-शहरी आवास सौदों का हिस्सा,  $X$  = उप-शहरी अचल संपत्ति का प्रति वर्ग मीटर मूल्य,  $T$  = समय,

$D_t = 1$ , अगर  $t$  लॉकडाउन का महीना है

= 0, यदि  $t$  लॉकडाउन का महीना नहीं है

सभी अनुमान महत्व के 5% स्तर पर सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण हैं।

- (i) लॉकडाउन महीनों और गैर-लॉकडाउन महीनों के लिए प्रतिगमन कार्य लिखिए।
- (ii) आप इस परिकल्पना का परीक्षण कैसे करेंगे कि लॉकडाउन का उप-शहरी आवास के लिए मूल्य-लोच पर कोई प्रभाव नहीं पड़ा?
- (iii) यदि डमी असाइनमेंट नीचे के रूप में स्विच किया गया है तो प्रतिगमन परिणाम को फिर से लिखिए:

$D_t = 0$ , अगर  $t$  एक लॉकडाउन महीना है

= 1 अगर  $t$  लॉकडाउन का महीना नहीं है

- (iv) एक अन्य अन्वेषक का मानना है कि दो चर  $X$  और  $Y$  के बीच संबंध  $Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \varepsilon_t$  द्वारा दिया गया है।  $n$  अवलोकनों के एक नमूने को देखते हुए, अन्वेषक  $\beta_2$  का अनुमान लगाता है, इसकी गणना  $Y$  के औसत मान को  $X$  के औसत मान से विभाजित करके करता है। इस अनुमानक के गुणों पर चर्चा कीजिए। क्या फर्क पड़ेगा अगर यह मान लिया जाए कि  $\beta_1 = 0$ ?

- (v) गॉस मार्कोव प्रमेय का क्या परिणाम होगा यदि  $Y$  को मापने में त्रुटियां हैं?

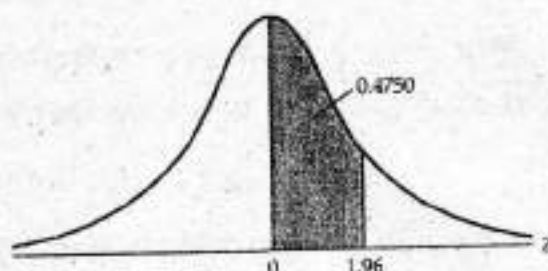
(3x5=15)

TABLE E-1a AREAS UNDER THE STANDARDIZED NORMAL DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(0 \leq Z \leq 1.96) = 0.4750$$

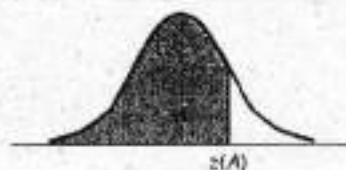
$$\Pr(Z \geq 1.96) = 0.5 - 0.4750 = 0.025$$



| 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-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 | .6026 | .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 |

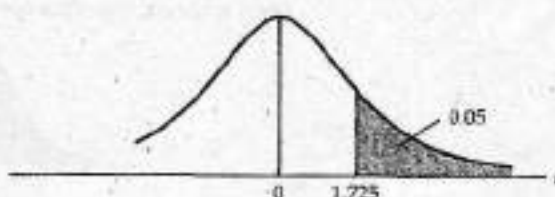
TABLE E-2 PERCENTAGE POINTS OF THE *t* DISTRIBUTION

## Example

$$\Pr(t > 2.086) = 0.025$$

$$\Pr(t > 1.725) = 0.05 \quad \text{for d.f.} = 20$$

$$\Pr(|t| > 1.725) = 0.10$$

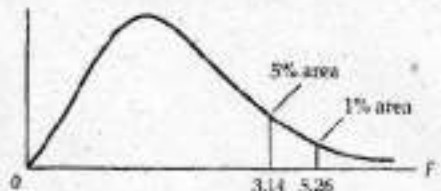


| Pr<br>d.f. | 0.25<br>0.50 | 0.10<br>0.20 | 0.05<br>0.10 | 0.025<br>0.05 | 0.01<br>0.02 | 0.005<br>0.010 | 0.001<br>0.002 |
|------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 1          | 1.000        | 3.078        | 6.314        | 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, 1968. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

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<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     |
| 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 | 39.80                                                                              | 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 |                                                                                    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 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   | 9.28   | 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   | 1.66   | 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   | 6.16   | 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 |                            |
| 3.87                     | 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 |                            |
| 1.65                     | 1.67   | 1.67   | 1.66   | 1.66   | 1.66   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65   | 1.65     | .25 |                            |
| 2.83                     | 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                         |
| 2.40                     | 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   | 2.26   | 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  | 2.78 | 2.58 | 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  | $\infty$ | 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                     | 2.08 | 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 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   |
| 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                      | 4.06 | 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 | 4.98 | 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                     | 1.98 | 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 |                            |

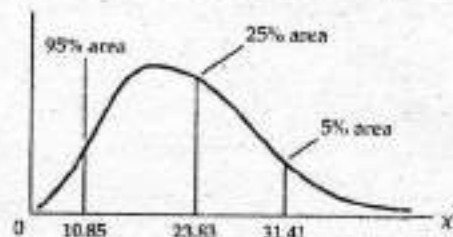
TABLE E-4 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE  $\chi^2$  DISTRIBUTION

## 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                       | $392704 \times 10^{-10}$ | $157088 \times 10^{-9}$ | $992069 \times 10^{-9}$ | $393214 \times 10^{-8}$ | .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                  | 5.0067                  | 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                  | 8.9086                  | 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                  | 13.5648                 | 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                  | 29.7057                 | 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  | 2.3680  | 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 | 16.0129 | 18.4753 | 20.2777 |
| 5.0706  | 7.3441  | 10.2188 | 13.3616 | 15.5073 | 17.5346 | 20.0902 | 21.9550 |
| 5.8958  | 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 | 25.1982 |
| 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 |
| 11.0385 | 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 | 48.2752 | 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 | 101.679 | 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 | 129.581 | 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 APPENDIXES

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  | 1.356 | 0.467  | 1.896 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 8   | 0.763  | 1.332 | 0.559  | 1.777 | 0.368  | 2.257 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 9   | 0.824  | 1.320 | 0.629  | 1.699 | 0.455  | 2.128 | 0.296  | 2.598 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 10  | 0.879  | 1.320 | 0.697  | 1.641 | 0.525  | 2.016 | 0.378  | 2.414 | 0.243  | 2.822 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 11  | 0.927  | 1.324 | 0.658  | 1.604 | 0.595  | 1.928 | 0.444  | 2.283 | 0.318  | 2.645 | 0.203  | 3.005 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 12  | 0.971  | 1.331 | 0.612  | 1.579 | 0.658  | 1.864 | 0.512  | 2.177 | 0.379  | 2.505 | 0.268  | 2.832 | 0.171  | 3.148 | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 13  | 1.010  | 1.340 | 0.661  | 1.562 | 0.715  | 1.816 | 0.574  | 2.094 | 0.445  | 2.380 | 0.328  | 2.692 | 0.230  | 2.985 | 0.147  | 3.266 | —      | —     | —       | —     |
| 14  | 1.045  | 1.350 | 0.695  | 1.551 | 0.767  | 1.779 | 0.632  | 2.030 | 0.505  | 2.296 | 0.389  | 2.572 | 0.286  | 2.848 | 0.200  | 3.111 | 0.127  | 3.350 | —       | —     |
| 15  | 1.077  | 1.361 | 0.646  | 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  | 3.218 | 0.111   | 3.438 |
| 16  | 1.108  | 1.371 | 0.692  | 1.536 | 0.867  | 1.726 | 0.734  | 1.935 | 0.615  | 2.157 | 0.502  | 2.388 | 0.398  | 2.624 | 0.304  | 2.860 | 0.222  | 3.090 | 0.135   | 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  | 2.687 | 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  | 2.589 | 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   | 2.885 |
| 21  | 1.221  | 1.420 | 1.125  | 1.538 | 1.026  | 1.669 | 0.927  | 1.812 | 0.829  | 1.964 | 0.732  | 2.124 | 0.637  | 2.290 | 0.547  | 2.460 | 0.461  | 2.633 | 0.380   | 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 | 0.588  | 2.407 | 0.504  | 2.571 | 0.434   | 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 | 0.628  | 2.360 | 0.545  | 2.514 | 0.485   | 2.670 |
| 24  | 1.273  | 1.446 | 1.188  | 1.546 | 1.101  | 1.655 | 1.013  | 1.775 | 0.925  | 1.902 | 0.837  | 2.035 | 0.751  | 2.174 | 0.666  | 2.318 | 0.584  | 2.464 | 0.506   | 2.613 |
| 25  | 1.285  | 1.454 | 1.206  | 1.550 | 1.123  | 1.654 | 1.036  | 1.767 | 0.953  | 1.886 | 0.868  | 2.012 | 0.784  | 2.144 | 0.702  | 2.280 | 0.621  | 2.419 | 0.544   | 2.580 |
| 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  | 1.329  | 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  | 2.062 | 0.826  | 2.164 | 0.753  | 2.279 | 0.682   | 2.396 |
| 30  | 1.352  | 1.489 | 1.284  | 1.567 | 1.214  | 1.650 | 1.143  | 1.738 | 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  | 1.908 | 0.972  | 2.004 | 0.904  | 2.102 | 0.838  | 2.203 | 0.759   | 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 | 0.927  | 2.085 | 0.861  | 2.181 | 0.755   | 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  | 2.069 | 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 | 0.908  | 2.144 | 0.845   | 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 | 0.991  | 2.041 | 0.930  | 2.127 | 0.858   | 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   | 2.198 |
| 38  | 1.427  | 1.535 | 1.373  | 1.594 | 1.318  | 1.656 | 1.261  | 1.722 | 1.204  | 1.793 | 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 | 1.329  | 1.658 | 1.273  | 1.723 | 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 | 1.336  | 1.658 | 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   | 2.148 |
| 45  | 1.475  | 1.556 | 1.430  | 1.615 | 1.383  | 1.666 | 1.336  | 1.720 | 1.287  | 1.776 | 1.230  | 1.835 | 1.189  | 1.895 | 1.139  | 1.958 | 1.089  | 2.022 | 1.038   | 2.098 |
| 50  | 1.503  | 1.555 | 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  | 1.986 | 1.110   | 2.044 |
| 55  | 1.528  | 1.601 | 1.490  | 1.641 | 1.452  | 1.681 | 1.414  | 1.724 | 1.374  | 1.786 | 1.334  | 1.814 | 1.294  | 1.911 | 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  | 1.950 | 1.298  | 1.894 | 1.250  | 1.938 | 1.222   | 1.984 |
| 65  | 1.567  | 1.629 | 1.535  | 1.662 | 1.503  | 1.696 | 1.471  | 1.731 | 1.438  | 1.767 | 1.404  | 1.805 | 1.370  | 1.943 | 1.336  | 1.882 | 1.301  | 1.933 | 1.266   | 1.964 |
| 70  | 1.583  | 1.641 | 1.564  | 1.672 | 1.525  | 1.703 | 1.494  | 1.735 | 1.464  | 1.788 | 1.433  | 1.802 | 1.401  | 1.937 | 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  | 1.934 | 1.399  | 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  | 1.931 | 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 | 1.528  | 1.774 | 1.500  | 1.801 | 1.474  | 1.929 | 1.446  | 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  | 1.775 | 1.518  | 1.801 | 1.494  | 1.927 | 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  | 1.927 | 1.489  | 1.852 | 1.465  | 1.877 | 1.442   | 1.903 |
| 100 | 1.654  | 1.694 | 1.634  | 1.715 | 1.613  | 1.736 | 1.592  | 1.758 | 1.571  | 1.790 | 1.550  | 1.803 | 1.528  | 1.928 | 1.506  | 1.850 | 1.484  | 1.874 | 1.462   | 1.898 |
| 150 | 1.720  | 1.748 | 1.706  | 1.760 | 1.693  | 1.774 | 1.670  | 1.798 | 1.663  | 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  | 1.780 | 1.738  | 1.799 | 1.726  | 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 |

## 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  | 0.998 | 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  | 2.892 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 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  | 0.738  | 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 | 0.486  | 1.704 | 0.391  | 1.967 | 0.303  | 2.244 | 0.226  | 2.530 | 0.161  | 2.817 | 0.107  | 3.101 | 0.066   | 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  | 2.418 | 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  | 2.467 | 0.216  | 2.697 | 0.160   | 2.925 |
| 19  | 0.928  | 1.132 | 0.835  | 1.266 | 0.742  | 1.415 | 0.650  | 1.584 | 0.561  | 1.767 | 0.476  | 1.963 | 0.396  | 2.169 | 0.322  | 2.391 | 0.255  | 2.507 | 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  | 1.861 | 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 | 0.696  | 1.673 | 0.620  | 1.821 | 0.545  | 1.977 | 0.473  | 2.140 | 0.404  | 2.309 | 0.340   | 2.479 |
| 24  | 1.037  | 1.199 | 0.960  | 1.298 | 0.882  | 1.407 | 0.805  | 1.526 | 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  | 1.306 | 0.906  | 1.409 | 0.831  | 1.523 | 0.756  | 1.645 | 0.682  | 1.778 | 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 | 0.736  | 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 | 0.566  | 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  | 1.719 | 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 | 0.856  | 1.690 | 0.794  | 1.785 | 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  | 1.775 | 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 | 0.896  | 1.677 | 0.837  | 1.766 | 0.779  | 1.860 | 0.722  | 1.957 | 0.665   | 2.057 |
| 35  | 1.196  | 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 | 1.099  | 1.442 | 1.043  | 1.513 | 0.988  | 1.588 | 0.932  | 1.665 | 0.877  | 1.749 | 0.821  | 1.836 | 0.766  | 1.925 | 0.711   | 2.016 |
| 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  | 1.586 | 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 | 0.945  | 1.724 | 0.895  | 1.799 | 0.844  | 1.876 | 0.749   | 1.956 |
| 45  | 1.268  | 1.376 | 1.245  | 1.423 | 1.201  | 1.474 | 1.156  | 1.529 | 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 | 1.144  | 1.587 | 1.123  | 1.639 | 1.061  | 1.692 | 1.039  | 1.746 | 0.997  | 1.805 | 0.955   | 1.864 |
| 55  | 1.356  | 1.427 | 1.320  | 1.466 | 1.284  | 1.508 | 1.247  | 1.548 | 1.209  | 1.592 | 1.172  | 1.658 | 1.134  | 1.685 | 1.095  | 1.734 | 1.057  | 1.786 | 1.018   | 1.837 |
| 60  | 1.383  | 1.449 | 1.350  | 1.484 | 1.317  | 1.520 | 1.293  | 1.558 | 1.249  | 1.599 | 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 | 1.283  | 1.645 | 1.253  | 1.690 | 1.223  | 1.718 | 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  | 1.683 | 1.256  | 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 | 1.386  | 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  | 1.638 | 1.383  | 1.681 | 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 | 1.400  | 1.686 | 1.381  | 1.696 | 1.358  | 1.716 | 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  | 1.685 | 1.571  | 1.679 | 1.557  | 1.693 | 1.543  | 1.708 | 1.530  | 1.722 | 1.515  | 1.737 | 1.501  | 1.752 | 1.488   | 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  | 1.746 | 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  | 0.098          | 3.593          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 17  | 0.136          | 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          | 3.325          | 0.111          | 3.498          | 0.070          | 3.642          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 20  | 0.263          | 3.053          | 0.200          | 3.234          | 0.145          | 3.395          | 0.100          | 3.542          | 0.083          | 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          | 3.706          | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              | —              |
| 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          | 2.978          | 0.259          | 3.128          | 0.202          | 3.272          | 0.153          | 3.408          | 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          | 0.188          | 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          | 0.065          | 3.702          | 0.041          | 3.790          |
| 26  | 0.508          | 2.649          | 0.438          | 2.784          | 0.373          | 2.919          | 0.312          | 3.051          | 0.258          | 3.179          | 0.205          | 3.303          | 0.160          | 3.420          | 0.120          | 3.531          | 0.087          | 3.632          | 0.060          | 3.774          |
| 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          | 0.181          | 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          | 3.485          | 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          | 0.165          | 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          | 0.286          | 3.160          | 0.238          | 3.265          | 0.195          | 3.388          | 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          | 2.998          | 0.317          | 3.103          | 0.269          | 3.208          | 0.224          | 3.308          | 0.183          | 3.406          |
| 32  | 0.703          | 2.411          | 0.638          | 2.517          | 0.578          | 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          | 3.368          |
| 33  | 0.731          | 2.382          | 0.668          | 2.484          | 0.606          | 2.586          | 0.546          | 2.692          | 0.488          | 2.798          | 0.432          | 2.899          | 0.379          | 3.000          | 0.329          | 3.100          | 0.283          | 3.188          | 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          | 2.719          | 0.492          | 2.813          | 0.439          | 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          | 2.588          | 0.575          | 2.680          | 0.520          | 2.774          | 0.467          | 2.868          | 0.417          | 2.961          | 0.389          | 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          | 0.485          | 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          | 2.528          | 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          | 2.494          | 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  | 0.895          | 2.228          | 0.840          | 2.309          | 0.785          | 2.391          | 0.731          | 2.473          | 0.676          | 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          | 2.156          | 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          | 0.598          | 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          | 2.082          | 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          | 1.106          | 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          | 1.086          | 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          | 2.066          | 1.172          | 2.106          | 1.139          | 2.148          | 1.105          | 2.189          | 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          | 2.156          | 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          | 1.966          | 1.344          | 1.995          | 1.318          | 2.025          | 1.292          | 2.055          | 1.266          | 2.095          | 1.240          | 2.110          | 1.213          | 2.148          | 1.187          | 2.179          | 1.160          | 2.211          |
| 95  | 1.418          | 1.929          | 1.394          | 1.958          | 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          | 2.196          |
| 100 | 1.439          | 1.923          | 1.415          | 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          | 2.184          |
| 150 | 1.579          | 1.832          | 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          | 1.890          | 1.632          | 1.906          | 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. 1954. 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 APPENDIX

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  | 1.076 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 8   | 0.497  | 1.003 | 0.345  | 1.489 | 0.229  | 2.102 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 9   | 0.554  | 0.998 | 0.408  | 1.389 | 0.279  | 1.875 | 0.163  | 2.433 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 10  | 0.604  | 1.001 | 0.466  | 1.333 | 0.340  | 1.733 | 0.230  | 2.193 | 0.150  | 2.680 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 11  | 0.653  | 1.010 | 0.519  | 1.297 | 0.396  | 1.640 | 0.266  | 2.030 | 0.193  | 2.463 | 0.124  | 2.893 | —      | —     | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 12  | 0.697  | 1.023 | 0.569  | 1.274 | 0.449  | 1.575 | 0.309  | 1.913 | 0.244  | 2.280 | 0.164  | 2.685 | 0.105  | 3.053 | —      | —     | —      | —     | —       | —     |
| 13  | 0.738  | 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  | 2.354 | 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 | 0.486  | 1.704 | 0.391  | 1.967 | 0.309  | 2.244 | 0.226  | 2.530 | 0.161  | 2.817 | 0.107  | 3.101 | 0.069   | 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  | 2.150 | 0.269  | 2.416 | 0.200  | 2.681 | 0.142  | 2.944 | 0.094   | 3.291 |
| 17  | 0.874  | 1.102 | 0.772  | 1.256 | 0.672  | 1.432 | 0.574  | 1.630 | 0.480  | 1.847 | 0.390  | 2.079 | 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 | 0.216  | 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 | 0.476  | 1.963 | 0.396  | 2.169 | 0.322  | 2.381 | 0.253  | 2.607 | 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 | 0.559  | 1.861 | 0.474  | 2.059 | 0.400  | 2.244 | 0.331  | 2.434 | 0.258   | 2.625 |
| 22  | 0.997  | 1.174 | 0.914  | 1.284 | 0.831  | 1.407 | 0.748  | 1.543 | 0.667  | 1.691 | 0.597  | 1.849 | 0.510  | 2.015 | 0.437  | 2.186 | 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 | 0.630  | 1.821 | 0.546  | 1.977 | 0.473  | 2.140 | 0.404  | 2.308 | 0.340   | 2.479 |
| 24  | 1.037  | 1.199 | 0.960  | 1.296 | 0.882  | 1.407 | 0.805  | 1.529 | 0.728  | 1.658 | 0.652  | 1.797 | 0.578  | 1.944 | 0.507  | 2.097 | 0.438  | 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  | 1.779 | 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 | 0.789  | 1.635 | 0.711  | 1.759 | 0.640  | 1.889 | 0.572  | 2.026 | 0.506  | 2.168 | 0.441   | 2.313 |
| 27  | 1.089  | 1.233 | 1.019  | 1.319 | 0.949  | 1.413 | 0.878  | 1.515 | 0.809  | 1.626 | 0.736  | 1.743 | 0.669  | 1.867 | 0.602  | 1.997 | 0.538  | 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 | 0.566  | 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 | 0.856  | 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  | 1.945 | 0.689   | 2.037 |
| 36  | 1.206  | 1.315 | 1.153  | 1.376 | 1.098  | 1.442 | 1.043  | 1.513 | 0.988  | 1.586 | 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 | 0.828  | 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  | 1.875 | 0.749   | 1.956 |
| 45  | 1.288  | 1.376 | 1.245  | 1.423 | 1.201  | 1.474 | 1.156  | 1.529 | 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 | 1.240  | 1.491 | 1.205  | 1.538 | 1.164  | 1.597 | 1.123  | 1.639 | 1.061  | 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  | 1.602 | 1.172  | 1.638 | 1.134  | 1.685 | 1.095  | 1.734 | 1.067  | 1.795 | 1.016   | 1.837 |
| 60  | 1.383  | 1.449 | 1.350  | 1.484 | 1.317  | 1.520 | 1.283  | 1.556 | 1.249  | 1.598 | 1.214  | 1.639 | 1.179  | 1.682 | 1.144  | 1.725 | 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  | 1.751 | 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 | 1.152   | 1.792 |
| 75  | 1.448  | 1.501 | 1.422  | 1.529 | 1.395  | 1.557 | 1.368  | 1.597 | 1.340  | 1.617 | 1.313  | 1.649 | 1.284  | 1.682 | 1.256  | 1.714 | 1.227  | 1.748 | 1.190   | 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 | 1.380  | 1.639 | 1.362  | 1.657 | 1.337  | 1.695 | 1.312  | 1.714 | 1.287  | 1.743 | 1.252   | 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   | 1.789 |
| 95  | 1.510  | 1.552 | 1.489  | 1.573 | 1.468  | 1.596 | 1.446  | 1.618 | 1.425  | 1.642 | 1.403  | 1.686 | 1.381  | 1.690 | 1.358  | 1.715 | 1.338  | 1.741 | 1.313   | 1.787 |
| 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 | 1.336   | 1.785 |
| 150 | 1.611  | 1.637 | 1.598  | 1.651 | 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  | 1.746 | 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 |       |
|-----|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
|     | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ | $d_L$   | $d_U$ |
| 16  | 0.060   | 3.446 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 17  | 0.084   | 3.286 | 0.053   | 3.506 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 18  | 0.113   | 3.146 | 0.075   | 3.358 | 0.047   | 3.367 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 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   | 3.630 | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     | —       | —     |
| 21  | 0.212   | 2.817 | 0.162   | 3.004 | 0.119   | 3.185 | 0.084   | 3.359 | 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   | 3.459 | 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 | 0.065   | 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 | 0.060   | 3.538 | 0.039   | 3.657 | 0.025   | 3.769 |
| 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   | 3.462 | 0.065   | 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   | 3.802 |
| 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 | 0.256   | 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 | 0.206   | 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   | 2.970 | 0.196   | 3.067 | 0.160   | 3.201 | 0.125   | 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   | 3.028 | 0.184   | 3.137 | 0.151   | 3.246 |
| 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   | 2.268 | 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   | 2.180 | 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 | 0.546   | 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   | 2.339 |
| 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 | 1.158   | 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   | 1.898 | 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   | 1.906 | 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   | 2.008 | 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 | 1.526   | 1.824 | 1.518   | 1.836 | 1.507   | 1.847 | 1.495   | 1.860 | 1.484   | 1.871 | 1.474   | 1.883 | 1.462   | 1.895 |

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.

B.A. CHD EIC

[This question paper contains 4 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No. ....



Sr. No. of Question Paper : 3504

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. All questions carry equal marks.
3. 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. आठ में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
3. उत्तर हिंदी या अंग्रेजी में किसी में भी माध्यम में लिख सकते हैं, परन्तु पूरे प्रश्नपत्र के दौरान एक ही माध्यम होना चाहिए।

P.T.O.

1. What factors are responsible for slow growth of manufacturing sector in India despite liberal economic reforms constructed and adopted since the last quarter century? What measures are required to be taken to achieve the goal of rapid growth of manufacturing in India? (7.5,7.5)

पिछली तिमाही शताब्दी से निर्मित और अपनाए गए उदार आर्थिक सुधारों के बावजूद भारत में विनिर्माण क्षेत्र की धीमी वृद्धि के लिए कौन से कारक जिम्मेदार हैं? भारत में विनिर्माण के तीव्र विकास के लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए क्या उपाय किए जाने की आवश्यकता है?

2. India has made impressive recent progress in building the "hardware" of economic success, yet at the same time, the country continues to struggle to fix its "software". In this background, discuss the statement- "Whether India manages to boom again and become a serious alternative to China will depend on whether the country can finally overcome the long-standing defects in its policy software." (15)

भारत ने आर्थिक सफलता के "हार्डवेयर" के निर्माण में हाल ही में प्रभावशाली प्रगति की है, फिर भी समान अवधि में देश अपने "सॉफ्टवेयर" को ठीक करने के लिए संघर्षरत है। इस पृष्ठभूमि में, इस कथन पर चर्चा करें- "यदि भारत प्रगति करने में पुनः सक्षम होता है और चीन के लिए एक गंभीर विकल्प बनता है, तो यह इस बात पर निर्भर करेगा कि क्या देश अंततः अपने नीति "सॉफ्टवेयर" में लंबे समय से चली आ रही खामियों को दूर कर सकता है।"

3. What do you understand by 'Deindustrialisation?' Has India deindustrialised like many Latin American and African economies? Give arguments in support of your answer. (5+10)

'विऔद्योगीकरण' से आप क्या समझते हैं? क्या भारत कई लैटिन अमेरिकी और अफ्रीकी अर्थव्यवस्थाओं की तरह विऔद्योगीकृत हो गया है? अपने उत्तर के समर्थन में तर्क दीजिए।

4. How has trade in services evolved over the years in India? What are the emerging issues in the arena of trade policy that India has to be mindful of? (7.5+7.5)

भारत में पिछले कुछ वर्षों में सेवाओं में व्यापार कैसे विकसित हुआ है? व्यापार नीति के क्षेत्र में कौन से उभरते मुद्दे हैं जिन पर भारत को ध्यान देना चाहिए?

5. Doubling Farm Income in India has been the top most priority for India for decades. What are the major steps that the Government should take in achieving the above? (15)

भारत में कृषि आय को दोगुना करना दशकों से भारत की सर्वोच्च प्राथमिकता रही है। उपरोक्त को प्राप्त करने के लिए सरकार को कौन से प्रमुख कदम उठाने चाहिए?

6. "For services sector to be sustainable, the sector needs to be well integrated with other parts of the economy, in particular the manufacturing sector." Elaborate and

P.T.O.

discuss this statement in the light of Indian experience since last two decades. (15)

“सेवा क्षेत्र के टिकाऊ होने के लिए, इस क्षेत्र को अर्थव्यवस्था के अन्य हिस्सों, विशेष रूप से विनिर्माण क्षेत्र के साथ अच्छी तरह से एकीकृत करने की आवश्यकता है।” पिछले दो दशकों के भारतीय अनुभव के आलोक में इस कथन को विस्तार से बताएं और इसका मूल्यांकन कीजिए।

7. Do you think India can base its future growth on exports in an increasingly deglobalized and post Covid world? How has India differed from China and other East Asian countries in the past in this regard. (7.5+7.5)

क्या आपको लगता है कि उत्तरोत्तर वि-वैश्वीकृत और उत्तर-कोविड विश्व में भारत अपने भविष्य के विकास को निर्यात पर आधारित कर सकता है? अतीत में इस संदर्भ में भारत चीन और अन्य पूर्वी एशियाई देशों से किस प्रकार भिन्न रहा है?

8. Critically analyse the impact of the 'shock treatment' in the form of accepting the farm laws as the right path in increasing the productivity and incomes of the farmers in the agricultural sector in India. (15)

भारत में कृषि क्षेत्र में किसानों की उत्पादकता और आय बढ़ाने में कृषि कानून को उचित मार्ग के रूप में स्वीकार करने के रूप में 'शॉक ट्रीटमेंट' के प्रभाव का आलोचनात्मक करें।

(3500)

[This question paper contains 2 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No. ....

Sr. No. of Question Paper : 3505

Unique Paper Code : 12031601

Name of the Paper : Modern European Drama

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

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 question paper contains 2 parts. Both Part A Part B are compulsory

**Part A: Answer any three questions (10x3=30 marks)**

Write short notes on any three of the following.

1. Education in Ghosts
2. The function of the songs in *The Good Person of Szechwan*
3. Jean's transformation in *Rhinoceros*

P.T.O.

4. Franca Rame's use of theatre as a weapon of resistance
5. Stanislavski's idea of truth in theatre

**Part B: Answer any three questions (15x3=45 marks)**

6. "Ibsen's *Ghosts* inaugurated an era of social and moral despair which remained central to the political and ideological parameters of naturalist drama of the late 19th century." Discuss.
7. Do you think the ending of *The Good Person of Szechwan* resolves the "problem of goodness" explored in the play? What in your view is Brecht trying in this play and with what degree of success?
8. "All the characters of Ionesco's *Rhinoceros* are based on the political clichés of the 20th century." Do you agree? Give a reasoned answer.
9. "Dario Fo's *Can't Pay Won't Pay* is deeply critical of social collectivity which doesn't allow spontaneous working-class action to grow and proliferate." Do you agree? Give a reasoned answer.
10. "Fo's Nobel Prize speech maintains a delicate balance between the contemporary relevance of his comic art and the universal relevance of comedy in debunking authority throughout human history". Discuss.

(7000)

[This question paper contains 8 printed pages.]

05 JUN 2023

5  
Your Roll No.....

LIBRARY

Sr. No. of Question Paper : 3658

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.
3. Answer any 5 questions
4. Marks of each question are written alongside the question

P.T.O.

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 पत्र में 8 प्रश्न हैं।
3. किसी भी 5 सवालों के जवाब दें।
4. प्रत्येक प्रश्न के अंक प्रश्न के साथ लिखे गए हैं ।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. Discuss the reasons that have kept the population growth rate persistently high over the years in most of the developing economies of the world. (15)

उन कारणों की विवेचना कीजिए जिन्होंने विश्व की अधिकांश विकासशील अर्थव्यवस्थाओं में जनसंख्या वृद्धि दर को वर्षों से लगातार उच्च बनाए रखा है।

2. Explaining the Harris-Todaro model of rural-urban migration, discuss how this model endogenously delivers a prediction for the size of the urban informal sector. (10,5)

ग्रामीण-शहरी प्रवास के हैरिस-टोडारो मॉडल की व्याख्या करते हुए चर्चा करें कि कैसे यह मॉडल अंतर्जात रूप से शहरी अनौपचारिक क्षेत्र के आकार-रूप को निर्धारित करता है।

3. There are various factors that affect the structure of land rental contracts in a rural economy. Of these, discuss how the factors of incentives, risk and the double incentive problem between the landlord and the tenant, affect the choice of land rental contract. (6,6,3)

P.T.O.

ऐसे कई कारक हैं जो ग्रामीण अर्थव्यवस्था में भूमि किराये के अनुबंधों की संरचना को प्रभावित करते हैं। इनमें से, चर्चा करें कि भूमि मालिक और किरायेदार के बीच प्रोत्साहन कारक, जोखिम कारक, और दोहरे प्रोत्साहन की समस्या के कारक, भूमि किराये अनुबंध के निर्णय को कैसे प्रभावित करते हैं।

4. (a) Explain how the casual labour markets in rural areas create nutritional externalities that all the stakeholders end up paying for. (8)

स्पष्ट करें कि ग्रामीण क्षेत्रों में अनियत श्रम बाजार (कैजुअल लेबर मार्केट) कैसे पोषण संबंधी बाह्यताओं का निर्माण करते हैं जिसके लिए सभी हितधारकों को भुगतान करना पड़ता है।

- (b) Explain why land inequalities tend to rise in poor rural markets that are characterised by collateralised informal debt contracts, where the collateral is of value to both the lender and the borrower. (7)

स्पष्ट करें कि गरीब ग्रामीण बाजारों में, जहां संपार्श्विक अनौपचारिक ऋण अनुबंधों का उच्च प्रसार होता है, भूमि असमानताएं क्यों बढ़ती हैं, विशेष रूप से जहां संपार्श्विक, ऋणदाता उधारकर्ता, दोनों के लिए महत्वपूर्ण होता है।

5. (a) Explain, in detail, why interlinkage is an observed mode of credit transactions in rural markets, especially of the developing economies. (12)

विस्तार से बताएं कि ग्रामीण बाजारों में, विशेष रूप से विकसित नहीं हुए अर्थव्यवस्था में, इंटरलिंकेज क्रेडिट, लेनदेन का एक प्रचलित तरीका क्यों है ?

- (b) Assuming 10% to be the prevailing formal rate of interest, calculate the minimum rate of interest that a lender of Rs. 1000 would demand in the informal market, if there is a probability  $1/2$  that the loan will be repaid with interest and probability  $1/2$  that the loan will not be repaid; and under the latter condition of loan being defaulted upon, there is a probability  $1/2$  of recovering assets worth Rs. 500 from the borrower. (3)

10% को प्रचलित औपचारिक ब्याज दर मानते हुए, ब्याज की न्यूनतम दर की गणना करें जो कि ऋणदाता अनौपचारिक बाजार में 1000 रुपये के ऋण को लिए मांग करेगा, अगर संभावना  $1/2$  है कि ऋण ब्याज के साथ चुकाया जाएगा और संभावना  $1/2$

P.T.O.

है कि ऋण चुकाया नहीं जाएगा; और ऋण चूक होने की बाद की स्थिति के तहत, उधारकर्ता से 500 रुपये की संपत्ति की वसूली की संभावना  $1/2$  है।

6. What are the major components that need to be analysed to estimate the quality of environment? On efficiency grounds, how does the use of economic incentives compare with a command and control policy to combat environmental problems? (8,7)

पर्यावरण की गुणवत्ता का अनुमान लगाने के लिए किन प्रमुख घटकों का विश्लेषण करने की आवश्यकता है ? दक्षता के आधार पर, पर्यावरणीय समस्याओं से निपटने के लिए, आर्थिक प्रोत्साहनों के उपयोग की तुलना कमांड और नियंत्रण नीति से कैसे की जा सकती है ?

7. The high trade theories assured us that free international trade will equalise the factor payments; however, the global trade regime failed to see that happen. Do you agree that the theories broke down? Explain your answer, (15)

उच्च व्यापार सिद्धांतों ने हमें आश्वासन दिया कि मुक्त अंतर्राष्ट्रीय व्यापार कारक भुगतानों को बराबर करेगा; हालांकि, वैश्विक व्यापार व्यवस्था ऐसा होते देखने में विफल रही। क्या आप सहमत हैं कि सिद्धांत टूट गए ? अपना जवाब समझाएं।

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

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

(a) The positive effects of population growth on economic development.

आर्थिक विकास पर जनसंख्या वृद्धि के सकारात्मक प्रभाव

(b) Explain the concept of existing and optimal natural capital stock.

मौजूदा और इष्टतम प्राकृतिक पूंजी स्टॉक की अवधारणा की व्याख्या करें।

(c) What were the major changes that occurred as the world trade regime made a transition from GATT to WTO?

P.T.O.

विश्व व्यापार व्यवस्था के गैट (GATT) से विश्व व्यापार संगठन (WTO) में संक्रमण के दौरान कौन से प्रमुख परिवर्तन हुए ?

- (d) Explain the concept of disguised unemployment in the context of Lewis model of economic growth using unlimited supplies of labour

श्रम की असीमित आपूर्ति का उपयोग करते हुए आर्थिक विकास के लुईस मॉडल के संदर्भ में प्रच्छन्न बेरोजगारी की अवधारणा की व्याख्या करें। (7.5 x 2)

[This question paper contains 12 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No.



Sr. No. of Question Paper : 3726

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।

P.T.O.

2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
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) What is the observation of Third Working Group on Monetary Aggregates? Discuss the New Monetary and Liquidity aggregates recommended by the Third Working Group.

- (b) The Reserve Bank of India has released data on sources and components of Reserve money as on 31<sup>st</sup> March 2022 which is given below.

| Source/ Component                                  | Rs. Billion |
|----------------------------------------------------|-------------|
| 1. Bankers' Deposits with RBI                      | 877         |
| 2. 'Other' Deposits with RBI                       | 58          |
| 3. Net RBI Credit to Government                    | 1451        |
| 4. RBI Credit to Banks & Commercial Sector         | -544        |
| 5. Net Foreign Exchange Assets of RBI              | 4442        |
| 6. Government's Currency Liabilities to the Public | 28          |
| 7. Net Non-Monetary Liabilities of RBI             | 1309        |

Using the above data, calculate the amount of currency in circulation. Also prepare the balance sheet of the RBI. (9+6)

- (अ) मौद्रिक समुच्चय पर तीसरे कार्यकारी समूह का अवलोकन क्या है? तीसरे कार्यकारी समूह द्वारा अनुशसित नए मौद्रिक और तरलता समुच्चयों पर चर्चा करें।
- (ब) भारतीय रिजर्व बैंक ने 31 मार्च 2022 तक रिजर्व मनी के खेतों और घटकों पर आंकड़े जारी किया है जो नीचे दिया गया है।

| स्रोत/घटक                                        | Rs. Billion |
|--------------------------------------------------|-------------|
| 1. आरबीआई के पास बैंकर्स की जमा राशि             | 877         |
| 2. आरबीआई के पास अन्य जमा                        | 58          |
| 3. सरकार को नेट आरबीआई क्रेडिट                   | 1451        |
| 4. बैंकों और वाणिज्यिक क्षेत्र को आरबीआई क्रेडिट | -544        |
| 5. आरबीआई की शुद्ध विदेशी मुद्रा संपत्ति         | 4442        |
| 6. जनता के प्रति सरकार की मुद्रा देयताएं         | 28          |
| 7. आरबीआई की शुद्ध गैर-मौद्रिक देनदारियां        | 1309        |

उपरोक्त आंकड़ों का उपयोग करते हुए, संचलन में मुद्रा की मात्रा की गणना करें। RBI की बैलेंस शीट भी तैयार करें।

P.T.O.

2. (a) Discuss the adjustment suggested by Rangarajan and Singh to the basic equation for money multiplier approach.
- (b) 'Inability of weighted monetary aggregates essentially reflects deficiencies of operationalisation rather than conceptualisation'. Discuss.
- (c) A key financial innovation in 1980s that dramatically influenced the role of financial intermediaries is the phenomenon of Asset Securitisation. Explain in this context the process of asset securitisation and discuss its implications to financial markets. (5+5+5)
- (अ) मुद्रा गुणक दृष्टिकोण के मूल समीकरण में रंगराजन और सिंह द्वारा सुझाए गए समायोजन पर चर्चा करें।
- (ब) 'भारत मौद्रिक समुच्चय की अक्षमता अनिवार्य रूप से अवधारणा के बजाय संचालन की कमियों को दर्शाती है'। चर्चा करें।

- (स) 1980 के दशक में एक महत्वपूर्ण वित्तीय नवाचार जिसने वित्तीय मध्यस्थों की भूमिका को नाटकीय रूप से प्रभावित किया, वह परिसंपत्ति प्रतिभूतिकरण की घटना है। इस संदर्भ में परिसंपत्ति प्रतिभूतिकरण की प्रक्रिया की व्याख्या करें और वित्तीय बाजारों पर इसके प्रभावों की चर्चा करें।

3. (a) A bank with market power charges different interest rates to borrowers with good and bad credit risk under symmetric information and same interest rate under asymmetric information. Elucidate.

- (b) Explain how transaction costs influence the financial structure. Also explain how financial intermediaries help reduce transaction costs?

(10+5)

- (अ) बाजार की शक्ति वाला एक बैंक सममित जानकारी के तहत अच्छे और बुरे ऋण जोखिम वाले उधारकर्ताओं से अलग-अलग ब्याज दर वसूलता है और असममित जानकारी के तहत समान ब्याज दर लेता है। स्पष्ट करें।

P.T.O.

(ब) व्याख्या करें कि लेन-देन की लागत वित्तीय संरचना को कैसे प्रभावित करती है। यह भी स्पष्ट करें कि वित्तीय मध्यस्थ लेन-देन की लागत को कम करने में कैसे मदद करते हैं।

4. (a) Compare and contrast the sequence of events in financial crises in United States and East Asian Countries.

(b) Explain briefly the futures contract? Elucidate the functions of a clearinghouse with respect to the futures market. (9+6)

(अ) संयुक्त राज्य अमेरिका और पूर्वी एशियाई देशों में वित्तीय संकट की घटनाओं के क्रम की तुलना और अंतर करें।

(ब) बायदा अनुबंध को संक्षेप में समझाइए? बायदा अनुबंध के संदर्भ में समाशोधन गृह के कार्यों की व्याख्या कीजिए।

5. (a) Suppose there is an investor who longs a put option on Asset XYZ that expires in one month and has a strike price of Rs. 105. The option price is Rs. 2 and the current price is Rs. 105 and the investor holds the asset till expiry date. Give the difference in the profit and loss profile between a long put position and a short put position with the help of a table and graphs.
- (b) Kartik's father plans to purchase a \$ 10,000 Car when he graduates school five years from now. Calculate the amount he needs to invest in each of the following small saving instruments today at the given interest rates compounded annually to be able to purchase the car. Which saving instrument requires him to invest less and why?

P.T.O.

| Saving Instrument             | Interest Rate |
|-------------------------------|---------------|
| Savings Deposit               | 4%            |
| 5 Year Time Deposit in a Bank | 6%            |
| National Saving Certificate   | 7%            |
| Employee Provident Fund       | 8%            |
|                               |               |

(अ) मान लीजिए कि एक निवेशक है जो परिसंपत्ति XYZ पर एक विक्रय विकल्प चाहता है जो एक महीने में समाप्त हो रहा है और इसका स्ट्राइक मूल्य 105 रुपये है। विकल्प मूल्य 2 रुपये है और वर्तमान मूल्य 105 रुपये है और निवेशक समाप्ति तिथि तक संपत्ति रखता है। टेबल और ग्राफ की मदद से लॉन्ग पुट पोजीशन और शॉर्ट पुट पोजीशन के बीच लाभ और हानि के रूपरेखा में अंतर बताएं।

(ब) कार्तिक के पिता अब से पांच साल बाद उसके स्कूल स्नातक होने पर 10,000 डॉलर की कार खरीदने की योजना बना रहे हैं। कार खरीदने में सक्षम होने के लिए वार्षिक रूप से दी गई

ब्याज दरों पर आज निम्नलिखित प्रत्येक छोटे बचत उपकरणों में निवेश करने के लिए आवश्यक राशि की गणना करें। उसे किस बचत साधन में कम निवेश करने की आवश्यकता है और क्यों?

| Saving Instrument             | Interest Rate |
|-------------------------------|---------------|
| Savings Deposit               | 4%            |
| 5 Year Time Deposit in a Bank | 6%            |
| National Saving Certificate   | 7%            |
| Employee Provident Fund       | 8%            |
|                               |               |

6. (a) Illustrate with a suitable example the inverse relationship between market interest rates and price of coupon bond with different maturities.
- (b) Explain with the help of graphs how each one of the following affects the demand and supply curve for loanable funds.
- (i) decrease in inflationary expectations

P.T.O.

(ii) an increase in size of government budget deficit

(iii) decrease in wealth (9+6)

(अ) बाजार की ब्याज दरों और विभिन्न परिपक्वता वाले कूपन बांड की कीमत के बीच विपरीत संबंध को एक उपयुक्त उदाहरण के साथ समझाइए।

(ब) रेखाचित्रों की सहायता से व्याख्या कीजिए कि निम्नलिखित में से प्रत्येक चरण योग्य निधियों के माँग और पूर्ति वक्र को किस प्रकार प्रभावित करता है।

(i) मुद्रास्फीति संबंधी प्रत्याशाओं में कमी

(ii) सरकारी बजट घाटे के आकार में वृद्धि

(iii) धन में कमी

7. (a) How have capital requirement norms changed from Basel II to Basel III?

- (b) 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 1990s. (7+8)

(अ) पूँजी आवश्यकता मानदंड बेसल II से बेसल II में कैसे बदल गए हैं?

(ब) भारत में, बैंक मुख्य साधन हैं जिनके माध्यम से मौद्रिक आवेग वास्तविक अर्थव्यवस्था में संचारित होते हैं। इस संदर्भ में 1990 के दशक की शुरुआत से बैंक की उधार दर प्रणाली की समीक्षा करें।

8. (a) What are the channels of monetary policy transmission and explain with the help of a flowchart?

- (b) Explain the use of repos and reverse repos as tools of monetary management. (10+5)

P.T.O.

(अ) मौद्रिक नीति के संचरण के चैनल क्या हैं और रेखाचित्र की सहायता से समझाएं।

(ब) मौद्रिक प्रबंधन के उपकरण के रूप में रेपो और रिवर्स रेपो के उपयोग की व्याख्या करें।

[This question paper contains 8 printed

05 JUN 2023

Yours Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 3727

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 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।

P.T.O.

2. सभी प्रश्नों के उत्तर 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 Ricardian approach used by Mendelsohn to examine the impact of climate change on agriculture. Why is this called "positive analysis"? (8)

- (b) Discuss how rapid growth of agriculture and industry has contributed to the pollution of surface as well as ground water in India? Answer on the basis of 'State of Environment Report - India 2009'. (7)

- (अ) कृषि पर जलवायु परिवर्तन के प्रभाव की जांच करने के लिए मेंडेलसोहन द्वारा प्रयुक्त रिकार्डियन दृष्टिकोण का वर्णन कीजिए। इसे "सकारात्मक विश्लेषण" क्यों कहा जाता है?

- (ब) चर्चा कीजिए कि कृषि और उद्योग के तीव्र विकास ने भारत में सतह के साथ-साथ भूमिगत जल के प्रदूषण में किस प्रकार योगदान दिया है? 'स्टेट ऑफ एनवायरनमेंट रिपोर्ट - इंडिया 2009' के आधार पर उत्तर दीजिए।

2. (a) Explain Samuelson's conditions for the efficient provision of a public good with suitable diagrams.

(7)

- (b) State the Coase theorem. Explain the necessary conditions under which Coase theorem holds.

(8)

(अ) उपयुक्त आरेखों की सहायता से सार्वजनिक वस्तु के कुशल प्रावधान के लिए समुएलसन की शर्तों की व्याख्या कीजिए।

(ब) कोस प्रमेय बताएं। कोस प्रमेय के तहत आवश्यक शर्तों की व्याख्या कीजिए।

3. What are the different market based instruments used for controlling emission. The instrument cap - and - trade has been widely used in the United States and Europe over the past 30 years, elaborate the positive and negative experiences of California's AB- 32 cap and trade system introduced in 2006. How this experience is different from that of Europe.

(3,6,6)

उत्सर्जन को नियंत्रित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले विभिन्न बाजार आधारित उपकरण कौन से हैं? उपकरण टोपी - और - व्यापार पिछले 30 वर्षों में संयुक्त राज्य अमेरिका और यूरोप में व्यापक रूप से

P.T.O.

उपयोग किया गया है, 2006 में कैलिफोर्निया की एबी - 32 टोपी और व्यापार प्रणाली के सकारात्मक और नकारात्मक अनुभवों को विस्तृत करें। यह अनुभव यूरोप से किस प्रकार भिन्न है।

4. (a) Assume an economy of two firms and two consumers. The two firms pollute. Firm one has a marginal savings function of  $MS_1(e) = 7 - 2e_1$  where  $e_1$  is the quantity of emission from firm 1. Firm two has a marginal savings function of  $MS_2(e) = 16 - 4e_2$  where  $e_2$  is the quantity of emission from firm 2. Each of the two consumers has marginal damage  $MD(e) = e$ , where  $e$  is the total amount of emissions the consumer is exposed to.
  - (i) Graph the firm-level and aggregate marginal savings functions. (2)
  - (ii) Graph the aggregate marginal damage function. (1)
  - (iii) What is the optimal level of pollution, the appropriate Pigovian fee, and emissions from each firm? (6)
- (b) Define the concept of Sustainability. Explain to what extent an economy can trade off between its 'Natural Capital for Physical and Intellectual Capital. (6)

(अ) दो फर्मों और दो उपभोक्ताओं की अर्थव्यवस्था मान लें। दो कंपनियां प्रदूषण करती हैं। पहली फर्म का मार्जिनल सेविंग फंक्शन  $MS_1(c) = 7 - 2c_1$  है, जहां  $c_1$  फर्म 1 से उत्सर्जन की मात्रा है। फर्म दो का  $MS_2(c) = 16 - 4c_2$  का मार्जिनल सेविंग फंक्शन है, जहां  $c_2$  फर्म 2 से उत्सर्जन की मात्रा है। दो उपभोक्ताओं में से प्रत्येक को सीमांत क्षति  $MD(c) = c$  है, जहां  $c$  उत्सर्जन की कुल मात्रा है जो उपभोक्ता के संपर्क में है।

(i) फर्म-स्तर और कुल सीमांत बचत कार्यों को ग्राफ करें।

(ii) कुल सीमांत क्षति फलन को ग्राफ में दर्शाइये।

(iii) प्रत्येक फर्म से प्रदूषण का इष्टतम स्तर, उपयुक्त पिगोवियन शुल्क और उत्सर्जन क्या है?

(ब) स्थिरता की अवधारणा को परिभाषित करें। समझाएं कि भौतिक और बौद्धिक पूंजी के लिए एक अर्थव्यवस्था अपनी प्राकृतिक पूंजी के बीच कितनी हद तक व्यापार कर सकती है।

5. What are voluntary agreements? Consider a model of voluntary action involving a firm, a regulator and the legislature. The legislature adopts a mandatory regulation with probability  $p$  if the firm and the regulator fail to reach a voluntary agreement. Analyze

P.T.O.

their strategic interaction in the form of a game tree. Find the conditions under which voluntary action will be achieved under the assumption that the firm wants to minimize expected cost and the regulator wants to maximize net social benefit. (15)

स्वैच्छिक करार क्या हैं? एक फर्म, एक नियामक और विधायिका को शामिल करने वाली स्वैच्छिक कार्रवाई के एक मॉडल पर विचार करें। यदि फर्म और नियामक स्वैच्छिक समझौते तक पहुंचने में विफल रहते हैं तो विधायिका संभाव्यता  $p$  के साथ एक अनिवार्य विनियमन को अपनाती है। गेम ट्री के रूप में उनकी रणनीतिक बातचीत का विश्लेषण करें। उन शर्तों का पता लगाएं जिनके तहत स्वैच्छिक कार्रवाई इस धारणा के तहत हासिल की जाएगी कि फर्म अपेक्षित लागत को कम करना चाहती है और नियामक शुद्ध सामाजिक लाभ को अधिकतम करना चाहता है।

6. Discuss the countries commitments for actions to the reduction of the global CO<sub>2</sub> emission in COP-21. To what extent are these commitments fulfilled and what is their implication for the global warming trajectory? (15)

COP-21 में वैश्विक CO<sub>2</sub> उत्सर्जन को कम करने के लिए कार्रवाई के लिए देशों की प्रतिबद्धताओं पर चर्चा करें। ये प्रतिबद्धताएं किस हद तक पूरी हुई हैं और ग्लोबल वार्मिंग प्रक्षेपक के लिए उनका क्या प्रभाव है?

7. (a) Explain 'revealed preference approach' and 'stated preference approach' used in valuation of environmental goods and services. Briefly discuss the limitations of a contingent valuation study as suggested by Carson. (2,3)
- (b) Suppose an individual's preference over environmental quality ( $q$ ) and income to purchase market goods ( $M$ ) can be represented by the utility function  $U = U(M, q) = M * q$ .
- (i) At an income of Rs. 50, what is an individual's willingness to pay (WTP) for an increase in  $q$  from  $q = 3$  to  $q = 6$ . (3)
- (ii) What is the willingness to accept (WTA) in lieu of moving from  $q = 3$  to  $q = 6$ ? (2)
- (iii) Compare the result of (i) and (ii) using a suitable diagram. (2)
- (iv) What conditions might lead to a significant divergence between WTA and WTP? (3)

P.T.O.

(अ) पर्यावरणीय वस्तुओं और सेवाओं के मूल्यांकन में प्रयुक्त 'प्रकट वरीयता दृष्टिकोण' और 'कथित वरीयता दृष्टिकोण' की व्याख्या कीजिए। कार्सन द्वारा सुझाए गए आकस्मिक मूल्यांकन अध्ययन की सीमाओं की संक्षेप में चर्चा कीजिए।

(ब) मान लीजिए कि पर्यावरणीय गुणवत्ता (क्यू) पर किसी व्यक्ति की वरीयता और बाजार के सामान खरीदने के लिए आय (एम) को उपयोगिता समारोह  $Y = Y(A, K)$  = एम \* क्यू द्वारा दर्शाया जा सकता है

(i) 50 रुपये की आय पर, क्यू = 3 से क्यू = 6 तक क्यू में वृद्धि के लिए भुगतान करने की इच्छा (डब्ल्यूटीपी) क्या है।

(ii) क्यू = 3 से क्यू = 6 तक जाने के बदले स्वीकार करने की इच्छा (डब्ल्यूटीए) क्या है?

(iii) एक उपयुक्त आरेख का उपयोग करके (i) और (ii) के परिणाम की तुलना करें।

(iii) डब्ल्यूटीए और डब्ल्यूटीपी के बीच कौन सी स्थितियाँ महत्वपूर्ण विचलन का कारण बन सकती हैं?

(1500)

[This question paper contains 8 printed pages]

05 JUN 2023

Your Roll No.



Sr. No. of Question Paper : 3728

Unique Paper Code : 12277613

Name of the Paper : Economics of Health and Education

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

Semester : VI

Duration : 3 Hours Maximum Marks : 75

Any graphs/figures/diagrams in the question paper have been taken from the prescribed readings.

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any five questions in all.
3. Use of scientific calculator is allowed.

P.T.O.

1. Suppose there is a population of individuals whose number is normalized to one. Let  $n \in [0,1]$  be the fraction of individuals immunized against a particular disease. The probability of contracting the infectious disease by a non-immunized person is given by  $p(n) = 0.4(1-n)^2$ . Assume that the vaccination provided is fully effective. Individuals are identical in all respects and the cost of illness is assumed to be the same across all individuals and is equal to one. The marginal cost of the vaccination is constant, given by  $c=0.1$ . Based on this information, answer the following questions:

- (a) Derive the private and social marginal benefit. What is the relationship between the two?
- (b) Derive and show diagrammatically the private optimum and the social optimum. How will these private and social optima change when the probability of contracting the disease by an individual increases to 0.8 assuming none in the population is immunized?
- (c) In the light of the above analysis, discuss the possible reasons that make the government pursue full immunization?

(4+6+5=15)

2. Answer the following questions : (10+5=15)

(a) *"Evidence shows the presence of stunting and absence of any wasting among privileged Indian children."* Discuss the possible hypothesis trying to explain this phenomenon.

(b) Consider two households A and B with the following information :

|                | Household A   | Household B |
|----------------|---------------|-------------|
| Total Income   | Rs. 10,00,000 | Rs. 400,000 |
| Household Size | 10            | 5           |

Which household is richer compared to the other household? Elucidate your answer giving economic theories.

3. Answer the following questions : (9+6=15)

(a) Comment on the causal links between health and education, both from inter-generational and intra-generational perspectives.

(b) Calculate Human Development Index with the following data: Life expectancy (years): 72.6,

P.T.O.

Mean Years of Schooling: 8.4, Expected Years of Schooling: 19, Gross National Income per capita (PPP \$): 32045 [ $\ln(75000) = 11.23$ ,  $\ln(100) = 2$ ,  $\ln(32045) = 4.5057$ ]. While creating the dimension index for a decent standard of living why it is the natural logarithm of income being used?

4. Smoking is injurious to health, yet there are people who put high valuation on smoking. Consider a society with 100 individuals, represented by  $i = 1, 2, 3, \dots, 100$ , where some individuals are chain smokers, some get positive utility out of smoking (but are not chain smokers) and some hate smoking. Suppose these individuals are arranged in the descending order of their marginal valuation of smoking ( $v_i$ ), given by  $v_i = 24 - 2i$ . It is assumed that the marginal cost attached to smoking increases with the number of smokers in the society and is given by:  $MC = 2i$ . Given this information, answer the following questions:
- (a) At what position is the person who is indifferent between smoking and non-smoking sitting on the marginal valuation line?

- (b) What is the efficient number of smokers in this society?
- (c) What are the costs and benefits to the society when only efficient number of smokers is allowed to smoke in the society? Represent it through a diagram.
- (d) How can government ensure that only efficient number of smokers should smoke in the society?  
(3+3+4+5=15)

5. Answer the following questions :

- (a) Using appropriate diagrams, analyze the effect on relative wages of females to males when there is  
(4+4=8)
  - (i) An increase in the discriminatory preferences of employers.
  - (ii) A decrease in the number of females in the labour market
- (b) Discuss the arguments regarding the role of education put forward by both the advocates of education as 'signalling' and education as 'Human Capital Investment'.  
(7)

P.T.O.

6. Answer the following questions :

(a) *"The most significant problem faced in evaluating the net impact on social welfare of health projects is the valuation of benefits."* In the light of the above statement, explain various methods of measuring benefits under cost-benefit analysis (CBA).

(b) Consider a situation where three drugs are available to treat a particular disease. The probability of avoiding a death changes as follows :

Drug 1 from 0.2 to 0.34 and costs \$5 per treatment

Drug 2 from 0.2 to 0.27 and cost \$7 per treatment

Drug 3 from 0.2 to 0.47 and costs \$3 per treatment

Calculate the Cost effectiveness (C/E) of each drug. Which drug is most cost-effective?

(12+3=15)

7. Answer the following questions :

(a) Suppose that the supply curve for doctors is given by  $L_s = -6 + 0.6W$  while the demand curve is given by  $L_d = 50 - W$ , where  $W$  = annual earnings and  $L$  = number of doctors.

- (i) Find the equilibrium wage and employment levels.
- (ii) Now, suppose that the demand for doctors increases and the new demand curve is  $L'_D = 66 - W$ . Assume that this market is subject to cobweb adjustments as it takes about four years to produce people who specialize in medicine. While this adjustment is taking place, the short-run supply of doctors is fixed.
- A. Calculate the new long run equilibrium wage and employment levels.
- B. Calculate the wage and employment levels in each of the first three rounds of adjustments.
- C. Draw a graph to show these events.
- (8)
- (b) With the help of diagrams, explain what will happen to the acquisition of human capital if :
- (3.5+3.5=7)
- (i) Cost of getting education for an additional year increases

P.T.O.

- (ii) Benefit derived from spending an additional year on education decreases.

8. Answer the following questions : (8+7=15)

- (a) *"National data on learning achievement levels in ASER 2005 (Pratham, 2006) found that private school students of grades 2-5 were 37.4 percent more likely than government school students to be able to read a text of grade 2 standard."* In the light of above statement, critically analyze the relative effectiveness of private schooling in the Indian context on learning achievements.
- (b) In continuation of Part (a), it is being observed that students' educational performance may not increase just by increasing monetary resources. Improving teachers' quality is critical for it. Discuss.

(1000)

[This question paper contains 4 printed pages.]

05 JUN 2023

Your



Sr. No. of Question Paper : 3729

Unique Paper Code : 12277614

Name of the Paper : Open Economy  
Macroeconomics

Name of the Course : B.A. (H) economics

Semester : B.A (Hon)

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. Paper has two sections. **Part A** and **Part B**.
3. Attempt any **SIX** out of **eight** from **part A** and any **THREE** out of **four** from **part B**.

**Part A**

Attempt any **SIX** questions.

1. (a) Briefly explain the fundamental Balance of Payments Identity. (2)  
(b) What are the problems associated with excessive current account deficits and surpluses? (3)

P.T.O.

2. (a) Show the equilibrium in money market and foreign exchange market simultaneously. (3)  
(b) Discuss the effect of a money supply increase in domestic economy on the foreign exchange market equilibrium. (2)
3. (a) Is monetary policy ineffective under fixed exchange rate regime? Explain with diagram. (2)  
(b) What is the monetary trilemma? Why policy makers call it impossible trinity? (3)
4. Derive the DD schedule. List and explain the factors that can cause a shift in the DD schedule. (5)
5. Do you think Gold standard played central role in originating, deepening and spreading the great depression? (5)
6. (a) Elaborate the term "Original sin" coined by Eichengreen and Hausmann in the context of debt taken by developing countries. (3)  
(b) Discuss briefly the role of Basel committee in regulating working of banking system. (2)
7. (a) Is current account balance a decreasing function of output and increasing function of currency devaluation? Explain. (2)

- (b) In Gold Standard, the automatic mechanism is a potent tool of balance of payment equilibrium. If a country incurs current account surplus (CAS), does it worsen international policy coordination? (3)
8. (a) Define moral hazards in a banking system. How would rise in moral hazards affect an economy's financial health? (2)
- (b) Define bank failure. What are the different measures adopted by countries to safeguard their economy against bank failure? (3)

### Part B

Attempt any **THREE** questions.

9. Consider an economy described by the following equations :
- $$Y = C + I + G + NX$$
- $$Y = 10000$$
- $$G = 2500$$
- $$T = 2000$$
- $$C = 500 + \frac{3}{4}(Y - T)$$
- $$I = 1000 - 50r$$
- $$NX = 1500 - 250\epsilon$$
- $$r = r^* = 8$$
- (a) In this economy, solve for private saving, public saving, national saving, investment, the trade balance, and the equilibrium exchange rate. (5)

P.T.O.

- (b) Suppose if  $G$  is reduced to 2000. Solve for private saving, public saving, national saving, investment, the trade balance, and the equilibrium exchange rate. (5)
- (c) Now suppose that the world interest rate falls from 8 to 4%. If  $G$  is raised to 2500, solve for the same (private saving, public saving, national saving, investment, the trade balance, and the equilibrium exchange rate). (5)
10. Discuss the model of equilibrium of foreign exchange market with imperfect asset substitutability, and associated risk premium. Derive demand for and supply of domestic currency bonds. Show how the central bank sale of domestic assets affects the equilibrium? (15)
11. (a) Interpret Marshall-Lerner conditionality for current account improvement and worsening (derivation not required). (7)
- (b) Explain the volume and value effect of current account when real exchange rate depreciates. (8)
12. Explain "law of one price". Is "purchasing power parity a generalisation of "law of one price"? Why does the concept of purchasing power parity fail to support empirically but stands correct theoretically. (5+5+5=15)
- (2000)

[This question paper contains 16 printed pages]

05 JUN 2023

Your Roll No. **LIBRARY**



Sr. No. of Question Paper : 3730

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.

P.T.O.

1. (a) The social goals of efficiency and distributional justice are not necessarily incompatible. Do you agree? Explain using a suitable example.

(b) The following is the payoff matrix from a simultaneous-move game for players 1 and 2 each of whom can choose either action S or T:

|                 |   | <u>Player 2</u> |      |
|-----------------|---|-----------------|------|
|                 |   | S               | T    |
| <u>Player 1</u> | S | 5, 5            | 1, 6 |
|                 | T | 6, 1            | 0, 0 |

(i) Is the allocation corresponding to the action profile (S, S) pareto efficient? What about action profiles (S, T), (T, S), (T, T)? Give reasons in support of your answer.

(ii) Is the move from (S, T) to (S, S) Kaldor-Hicks efficient? Why or why not?

(10+5)

- (अ) आवश्यक नहीं है कि दक्षता और वितरणीय न्याय के सामाजिक लक्ष्य असंगत हों। क्या आप सहमत हैं? एक उपयुक्त उदाहरण के माध्यम से समझाएं।
- (ब) निम्नलिखित खिलाड़ी 1 और 2 के समकालिक-घात रोम का पेऑफ मैट्रिक्स है, वह दोनों एक्शन S या T को चुन सकते हैं:

|           |   | खिलाड़ी 2 |      |
|-----------|---|-----------|------|
|           |   | S         | T    |
| खिलाड़ी 1 | S | 5, 5      | 1, 6 |
|           | T | 6, 1      | 0, 0 |

- (i) क्या आवंटन एक्शन प्रोफाइल (S, S) पैरेटो कुशलता के अनुरूप है? एक्शन प्रोफाइल (S, T), (T, S) (T, T) के बारे में क्या विचार है? अपने उत्तर के समर्थन में कारण दीजिए।
- (ii) क्या (S, T) से (S, S) कालशोर-डिक्स की ओर बढ़ना कुशल है? क्यों है या क्यों नहीं है?

P.T.O.

2. Consider a contract between a buyer and a seller for the production and delivery of a particular good. Let  $V$  be the value of the good known with certainty to the buyer. Let  $C$  be the variable cost of production for the seller known to him with certainty at the time of the contract (assume that the seller has zero fixed costs). Price of the good under contract is  $P$ . Also assume that both parties receive a positive gain from the contract i.e.  $V > P > C$  so that performance of the contract is certain.

Further suppose that in the preparation of the performance of the contract, the buyer makes a reliance investment of  $R$  that is non-salvageable.

Buyer's value of performance,  $V$  is a function of reliance choice,  $R$  such that  $V$  is increasing in  $R$  but at a decreasing rate.

Let  $D$  be the court-imposed damage payment that the seller must pay to the buyer in the event of breach.

- (a) Find the socially efficient level of reliance when the performance of the contract is certain.

(b) Suppose now that the seller's cost is uncertain at the time the contract is made. He realizes either high costs ( $C_H$ ) or low costs ( $C_L$ ) where  $C_H > C_L$ . The probability of costs being low is  $q$  and performance is efficient only when costs are low.

- (i) Write the expression of the expected joint value of the contract.
- (ii) What is the socially efficient level of reliance given uncertainty over contract performance? How does your solution compare with that in (a)? Show with the help of a diagram.
- (iii) Suppose expectation damages will be given to the buyer if the seller breaches. Prove that the buyer will overinvest in reliance with expectation damages. Does this result make intuitive sense? (15)

P.T.O.

किसी विशेष वस्तु के उत्पादन और वितरण के लिए एक खरीदार और एक विक्रेता के बीच एक अनुबंध पर विचार कीजिए।

V को खरीदार द्वारा वस्तु का निश्चित रूप से ज्ञात मूल्य मान लीजिए। C को विक्रेता द्वारा उत्पादन के अनुबंध के समय निश्चित रूप से ज्ञात परिवर्तनीय लागत के रूप में मान लीजिए (मान लें कि विक्रेता की शून्य निश्चित लागत है)। अनुबंध के तहत वस्तु का मूल्य P है। यह भी मान लें कि दोनों पक्ष अनुबंध से सकारात्मक लाभ प्राप्त करते हैं अर्थात्  $V > P > C$  ताकि अनुबंध का निष्पादन निश्चित हो।

इसके अलावा मान लीजिए कि अनुबंध के निष्पादन की तैयारी में, खरीदार R एक विश्वसनीय निवेश करता है जो गैर-उद्धारयोग्य है।

खरीदार के निष्पादन का मूल्य, V विश्वसनीय पसंद का एक फंक्शन है, R इस प्रकार है कि V, R में बढ़ रहा है लेकिन घटती दर पर।

मान लीजिए कि D अदालत द्वारा लगाए गया क्षतिपूर्ति भुगतान है जिसका विक्रेता को उत्पन्न की स्थिति में खरीदार को भुगतान करना होगा।

(अ) जब अनुबंध का निष्पादन निश्चित हो, तो निर्भरता का सामाजिक रूप से कुशल स्तर ज्ञात कीजिए।

(ब) मान लीजिए कि जिस समय अनुबंध किया जाता है, तब विक्रेता की लागत अनिश्चित है। वह या तो उच्च लागत (CH) या कम लागत (CO जहाँ  $CH > CL$  को भुनाता है। लागत कम होने की संभावना  $q$  है और निष्पादन केवल तभी कुशल होता है जब लागत कम होती है।

(i) अनुबंध के अपेक्षित संयुक्त मूल्य की अभिव्यक्ति लिखिए।

(ii) अनुबंध निष्पादन की अनिश्चितता को देखते हुए निर्भरता का सामाजिक रूप से कुशल स्तर क्या है? आपका हल (अ) से कैसे तुलना करता है? आरेख की सहायता से दिखाएँ।

(iii) मान लीजिए कि विक्रेता के उल्लंघन करने पर खरीदार को अपेक्षित नुकसान दिया जाएगा। साबित कीजिए कि खरीदार अपेक्षित नुकसान के साथ निर्भरता में अधिक निवेश करेगा। क्या इस परिणाम का कोई सहज मत है?

3. (a) Compare and contrast the doctrines of duress and necessity as defenses for breaching a contract.

P.T.O.

- (b) What are residual control rights and why should it matter which party has these rights? Explain (using a suitable example) with reference to the hold-up problem in contracting. (6+9)

(अ) अनुबंध का उल्लंघन करने पर बचाव के रूप में अवरोध और आवश्यकता के सिद्धांतों की तुलना और वैषम्य कीजिए।

(ब) अवशिष्ट नियंत्रण अधिकार क्या हैं और इससे कोई फर्क क्यों पड़ना चाहिए कि किस पक्ष के पास यह अधिकार हैं? अनुबंध में रुकावट की समस्या के संदर्भ में (एक उपयुक्त उदाहरण का उपयोग करके) बताएं।

4. (a) Distinguish between the doctrines of trespass and nuisance. Discuss corresponding remedies deployed and consideration(s) underlying the choice of remedy for trespass and nuisance cases.

(b) Consider the following case: A residential development encroached on an established pig farm, causing residents to complain about the offensive smell. The residents sought an injunction to have the farm shut down:

- (i) Suppose transaction costs between the residents and the farmer are low. Does it matter for efficiency whether the court grants or denies the injunction? Explain.
- (ii) Now suppose transaction costs are high. What information does the court need to know to decide whether granting the injunction will lead to an efficient outcome?
- (iii) Propose a remedy based on a liability rule. What information does the court need to know for your proposed remedy to achieve the efficient outcome? (6+9)

- (अ) अतिक्रमण और उपद्रव के सिद्धांतों के बीच अंतर कीजिए।  
अतिक्रमण और उपद्रव के मामलों के लिए उपाय के विकल्प को  
अंतर्निहित करने वाले संबंधित उपायों और विचारों पर चर्चा  
कीजिए।

P.T.O.

(ब) निम्नलिखित मामले पर विचार कीजिए एक स्थापित सुअर फार्म पर एक आवासीय निर्माण द्वारा अतिक्रमण किया गया, जिससे निवासियों को तीव्र गंध के बारे में शिकायत करनी पड़ी। निवासियों ने फार्म को बंद करने के लिए एक निषेधाज्ञा की मांग की :

- (i) मान लीजिए कि निवासियों और किसान के बीच लेन-देन की लागत कम है। क्या दक्षता के लिए यह मायने रखता है कि अदालत निषेधाज्ञा को मंजूरी देती है या अस्वीकार करती है? स्पष्ट कीजिए।
- (ii) अब मान लीजिए कि लेन-देन की लागत अधिक है। अदालत को निषेधाज्ञा देने का कुशल परिणाम होगा यह तय करने के लिए उसे कौन-सी जानकारी होनी चाहिए?
- (iii) देयता नियम के आधार पर एक उपाय का प्रस्ताव कीजिए। कुशल परिणाम प्राप्त करने के लिए आपके प्रस्तावित उपाय के लिए अदालत को क्या जानकारी होना आवश्यकता है?

5. Discuss the evolution of the law relating to compensation for compulsory land acquisition in India as also the challenges relating to following the existing compensation guidelines. (15)

भूमि के अनिवार्य अधिग्रहण के मुआवजे से संबंधित कानून के विकास और भारत में अधिग्रहण के साथ-साथ मौजूदा मुआवजा दिशानिर्देशों का पालन करने से संबंधित चुनौतियों पर चर्चा कीजिए।

6. (a) Examine the rule of strict liability (under both unilateral care and bilateral care) from the point of view of achieving the twin goals of compensation and deterrence in tort law.
- (b) Consider a unilateral care accident model in which the injurer can either take care at a cost of Rs. 800, or take no care. Further, suppose that if he takes care, there is zero risk of an accident, but if he does not take care, the risk is 0.1. Finally, suppose the victim's damages in the event of an accident are Rs. 10000.

P.T.O.

(i) Use the Hand rule to determine if care is efficient in this case.

(ii) Suppose the victim cannot observe the injurer's care choice and therefore would be unable to prove negligence in the event of an accident. Would it be appropriate for the court to invoke the doctrine of *res ipsa loquitur* in this case? Explain why or why not? (8+7)

(अ) टोर्ट कानून में मुआवजे और निवारण के दोहरे लक्ष्यों को प्राप्त करने के दृष्टिकोण से कठोर दायित्व (एकतरफा देखभाल और द्विपक्षीय दोनों के तहत) के नियम की जांच कीजिए।

(ब) एक एकतरफा देखभाल दुर्घटना मॉडल पर विचार कीजिए जिसमें घायल या तो 800 रुपये की लागत से देखभाल कर सकता है, या कोई देखभाल नहीं कर सकता है। इसके अलावा, मान लीजिए कि यदि वह ध्यान रखता है, तो दुर्घटना का शून्य जोखिम है, लेकिन यदि वह ध्यान नहीं रखता है, तो जोखिम

Q.1 है। अंत में, मान लीजिए कि दुर्घटना की स्थिति में पीड़ित का नुकसान 10000 रुपये है।

(i) यह निर्धारित करने के लिए हैड रूल का उपयोग कीजिए कि क्या इस मामले में ध्यान कुशलता पूर्वक रखा गया है।

(ii) मान लीजिए कि पीड़ित घायल की पसंद की देखभाल नहीं कर सकता है और इसलिए दुर्घटना की स्थिति में लापरवाही साबित करने में असमर्थ होगा। क्या अदालत के लिए यह उचित होगा कि वह इस मामले में रेस इप्सा लोक्विटोर के सिद्धांत को लागू करे? स्पष्ट कीजिए क्यों या क्यों नहीं?

7. (a) What is the appropriability problem in intellectual property? How do patents help address the appropriability problem? What are the trade-offs that arise with regard to patents in intellectual property? Examine with respect to the optimal life and scope of a patent.

P.T.O.

(b) Gaurav is a pedestrian on a busy street. When he reaches an intersection, he waits for the light and begins to cross, but he is struck by Jasmeet's car. Gaurav claims his damages to be Rs. 10,000 and his lawyer estimates that his chances of winning at trial are 0.90. Jasmeet's lawyer agrees on the value of damages being claimed by Gaurav (i.e. Rs. 10,000) and because there were no witnesses, estimates that Gaurav has a 0.40 chance of winning at trial. Trial costs for both Gaurav and Jasmeet are Rs 2000.

(i) If the case is filed by Gaurav, will it settle or go to trial?

(ii) In case of the above situation, comment on the self-serving bias. (10+5)

(अ) बौद्धिक संपदा में उपयुक्तता की समस्या क्या है? पेटेंट उपयुक्तता की समस्या को हल करने में कैसे मदद करता है? बौद्धिक संपदा में पेटेंट के संबंध में कौन-सी दुविधा उत्पन्न होती है? पेटेंट की दृष्टतम अवधि और दायरे के संबंध में जांच कीजिए।

(ब) गौरव एक व्यस्त सड़क पर पैदल यात्री है। जब वह एक चौराहे पर पहुंचता है, तो वह लाइट का इंतजार करता है और सड़क पार करना शुरू कर देता है, लेकिन वह जसमीत की कार से टकरा जाता है। गौरव का दावा है कि उसका 10,000 रुपये का नुकसान हुआ है और उसके वकील का अनुमान है कि सुनवाई में उसके जीतने की संभावना 0.90 है। जसमीत के वकील गौरव द्वारा दावा किए जा रहे नुकसान (यानी 10,000 रुपये) के मूल्य पर सहमत हैं और क्योंकि कोई गवाह नहीं थे, अनुमान है कि गौरव के पास सुनवाई में जीतने की 0.40 संभावना है। गौरव और जसमीत दोनों के लिए सुनवाई की लागत 2000 रुपये है।

- (i) यदि मामला गौरव द्वारा दापर किया जाता है, तो क्या यह सुलझ जाएगा या जांच के लिए जाएगा?
- (ii) उपर्युक्त स्थिति के मामले में, स्व-सेवा पूर्वग्रह पर टिप्पणी कीजिए।

P.T.O.

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

(7.5×2)

- (a) Comparative negligence in Torts
- (b) Commercial Impracticability in contract law
- (c) Frivolous Suits

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

- (अ) टॉर्ट्स में तुलनात्मक लापरवाही
- (ब) संविदा कानून में वाणिज्यिक अव्यावहारिकता
- (स) तुच्छ मुकदमों

[This question paper contains 12 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 3876

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।

P.T.O.

2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए ।
3. अंकों का विवरण प्रश्न के साथ दिया गया है ।
4. इस प्रश्न का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए ।

1. (a) List out the new monetary and liquidity aggregates as per the Third Working Group of the RBI. How did the Third Working Group eventually treat the liabilities of non-banking financial institutions?

- (b) On the purchase of certain commodities, suppose the Government of India makes a cash payment of Rs. 50 crores to the public out of which, the public keeps Rs. 10 crores in the form of currency and deposits of Rs.40 crores with their banks. Further let us suppose that after accepting these deposits, the concerned bank just keeps Rs. 8 crores as reserves with the RBI.

If the RBI now buys treasury bills worth Rs. 90 crores from the bank, then how much of money supply will be generated in the economy solely on account of open market operations?

Would your answer get modified in case the quantum of High Powered money in the economy instead increases by Rs. 90 crores via banks' borrowings of an equivalent amount from the RBI? (10+5)

- (अ) RBI के तीसरे कार्यकारी समूह के अनुसार नए मौद्रिक और तरलता समुच्चय को सूचीबद्ध करें। तीसरे कार्यकारी समूह ने अंततः गैर-बैंकिंग वित्तीय संस्थानों की देनदारियों को कैसे संभाला?
- (ब) कुछ विशेष वस्तुओं की खरीद पर, मान लीजिए कि भारत सरकार जनता को 50 करोड़ रुपये का नकद भुगतान करती है जिसमें से जनता 10 करोड़ रुपये मुद्रा के रूप में रखती है

P.T.O.

और 40 करोड़ रुपए अपने बैंकों के पास जमा करती है। इसके अलावा मान लीजिए कि इन जमाओं को स्वीकार करने के बाद, संबंधित बैंक सिर्फ 8 करोड़ रुपये RBI के पास सुरक्षित भंडार रूप में रखता है।

यदि RBI अब बैंक से 90 करोड़ रुपये के ट्रेजरी बिल खरीदता है, तो केवल खुले बाजार के संचालन के कारण अर्थव्यवस्था में कितनी मुद्रा आपूर्ति उत्पन्न होगी?

क्या आपका उत्तर संशोधित हो जाएगा यदि अर्थव्यवस्था में उच्च शक्ति वाले धन की मात्रा RBI से समतुल्य राशि के बैंकों के उधार के माध्यम से इसके बजाय 90 करोड़ रुपये से बढ़ जाती है?

2. (a) What is asymmetric information? How does adverse selection affect interest rate in case of a bank with market power?

- (b) Derive the broad money multiplier. Explain the adjustments that need to be made to arrive at a fairly general model of money multiplier in the Indian context. (6+9)

(अ) असममित जानकारी क्या है? बाजार की शक्ति वाले बैंक के मामले में प्रतिकूल चयन ब्याज दर को कैसे प्रभावित करता है?

(ब) व्यापक धन गुणक व्युत्पन्न करें। भारतीय संदर्भ में मुद्रा गुणक के काफी सामान्य मॉडल पर पहुंचने के लिए किए जाने वाले समायोजन की व्याख्या करें।

3. (a) Assume an Asset XYZ that expires in one month and has a strike price of Rs. 105. The option price is Rs. 2 and the current price is Rs. 105. Compare and contrast the risk- reward profile of a long call position with a short call position with the help of a table and graphs.

P.T.O.

- (b) Consider two coupon bonds with face value of Rs. 1000, coupon rate of 10%, maturing in one year and the following probabilities of default, respectively :

(i) 10%.

(ii) 20%

Assuming market interest rate of 8 %, calculate yield to maturity in case the two coupon bonds are default free. Also calculate the default risk premium on each of these. (9+6)

- (अ) मान लें कि एक परिसंपत्ति XYZ जो एक महीने में समाप्त हो रही है और इसका स्ट्राइक मूल्य 105 रुपये है। विकल्प मूल्य 2 रुपये और वर्तमान मूल्य 105 रुपये है। तालिका और ग्राफ की मदद से एक लॉन्ग कॉल पोजीशन के साथ शार्ट कॉल पोजीशन के जोखिम-लाभ रूपरेखा की तुलना और अंतर कीजिए।

- (ब) 1000 रुपये के अंकित मूल्य और 10% कि कूपन दर, एक वर्ष में परिपक्व होने और डिफॉल्ट की क्रमशः निम्नलिखित संभावनाएँ वाले दो कूपन बॉण्ड पर विचार कीजिए

(i) 10%.

(ii) 20%

8% की बाजार व्याज दर मानते हुए, दो कूपन बॉण्ड डिफॉल्ट मुक्त होने की स्थिति में परिपक्वता पर आय की गणना करें। इनमें से प्रत्येक पर डिफॉल्ट जोखिम प्रीमियम की भी गणना करें।

4. (a) What is liquidity risk? Illustrate diagrammatically how this is factored, in the determination of interest rates on bonds issued by small and large corporations.

P.T.O.

- (b) Illustrate the determination of prices and yields for bonds listed and bonds not listed on the secondary bond market. Which ones are less liquid and what is the implication to interest charged? (10+5)

(अ) तरलता जोखिम क्या है? छोटे और बड़े निगमों द्वारा जारी किए गए बॉन्ड पर व्याज दरों के निर्धारण में इसे कैसे शामिल किया जाता है, इसे आरेखीय रूप से समझाएं।

(ब) द्वितीयक बांड बाजार में सूचीबद्ध बांडों और गैर सूचीबद्ध बांडों के लिए कीमतों और प्रतिफल के निर्धारण को स्पष्ट करें। कौन से कम तरल हैं और लगाए गए व्याज पर क्या प्रभाव पड़ता है?

5. (a) What is a yield curve? Which theory asserts that long term interest rates are an average of short term interest rates during the life of the longer term assets? Illustrate various forms of yield curves in this context.

(b) Briefly explain the views of the Third Working Group on the

(i) Coverage of depository corporations

(ii) Residency (10+5)

(अ) प्रतिफल वक्र क्या है? कौन सा सिद्धांत दावा करता है कि लंबी अवधि की ब्याज दरें लंबी अवधि की संपत्तियों के जीवन के दौरान अल्पकालिक ब्याज दरों का औसत हैं? इस संदर्भ में उपज वक्रों के विभिन्न रूपों का वर्णन कीजिए।

(ब) इनपर तीसरे कार्यकारी दल के विचारों को संक्षेप में स्पष्ट कीजिए

(i) निक्षेपागार निगमों की आच्छादनीयता

(ii) निवास स्थान

6. (a) The issue of transmission from the policy rate to banks' lending rates has been a matter of concern for RBI. In this context critically examine the

P.T.O.

working of Prime Lending Rate system, Benchmark Prime Lending Rate system, the Base Rate system and the Marginal Cost of Funds based Lending Rate system.

- (b) What is multiple indicator approach? Elaborate the operating framework under Augmented multiple indicator approach implemented in 1998.

(10+5)

- (अ) नीति दर से बैंकों की उधार दरों में संचरण का मुद्दा RBI के लिए चिंता का विषय रहा है। इस संदर्भ में प्राइम लेंडिंग रेट सिस्टम, बेंचमार्क प्राइम लेंडिंग रेट सिस्टम, बेस रेट सिस्टम और मार्जिनल कॉस्ट ऑफ फंड्स बेस्ड लेंडिंग रेट सिस्टम की कार्यप्रणाली का आलोचनात्मक परीक्षण करें।
- (ब) बहु संकेतक दृष्टिकोण क्या है? 1998 में लागू संवर्धित बहु संकेतक दृष्टिकोण के तहत परिचालन द्वाये को विस्तार से बताएं।

7. (a) Compare and contrast the degree and nature of the banking crisis that took place in two separate episodes, i.e., 1997-2002 and in the aftermath of 2008 Global financial crisis.
- (b) How will Basel III affect the profitability of banks? Will it alter their incentive structure? (8+7)
- (अ) दो अलग-अलग अवधि , अर्थात्, 1997-2002 और 2008 के वैश्विक वित्तीय संकट के बाद हुए बैंकिंग संकट के परिमाण और प्रकृति की तुलना और अंतर करें।
- (ब) बेसल III बैंकों की लाभप्रदता को कैसे प्रभावित करेगा? क्या यह उनकी प्रोत्साहन संरचना को बदल देगा?
8. (a) In the long run, an output target is a quixotic goal for monetary policy, since it cannot be attained, whereas, in the short run, monetary policy might be able to achieve either a price level target or an output target but not both." Explain.

P.T.O.

- (b) Under what circumstances does the Central Bank employ the unconventional monetary policy measures? Briefly explain any three unconventional monetary measures. (8+7)

(अ) दीर्घावधि में, एक आउटपुट लक्ष्य मौद्रिक नीति के लिए एक अवास्तविक लक्ष्य है, क्योंकि इसे प्राप्त नहीं किया जा सकता है, जबकि, अल्पावधि में, मौद्रिक नीति या तो मूल्य स्तर लक्ष्य या आउटपुट लक्ष्य प्राप्त करने में सक्षम हो सकती है, लेकिन दोनों नहीं। व्याख्या करें।

(ब) केंद्रीय बैंक किन परिस्थितियों में अपरंपरागत मौद्रिक नीति उपायों को अपनाता है? किन्हीं तीन अपरंपरागत मौद्रिक उपायों की संक्षेप में व्याख्या कीजिए।

[This question paper contains 8 printed pages.]

6 5 JUN 2023

Your Roll No. ....



Sr. No. of Question Paper : 3878

Unique Paper Code : 12277613

Name of the Paper : Economics of Health and Education

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

Semester : VI

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

Any graphs/figures/diagrams in the question paper have been taken from the prescribed readings.

**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. Attempt any five questions in all.
3. Use of scientific calculator is allowed.

P.T.O.

1. Consider an individual having preferences over health ( $h$ ) and generic consumption good ( $c$ ) is given as follows:  $U(c,h) = c^{1/3}h^{2/3}$ . The income of the consumer is  $M$ . Suppose that for the production of an additional unit of health,  $\theta$  units of health care services (denoted by  $s$ ) are required. The price of generic good and the price of health care services are normalized to one. Assume that the health care services market, the health market and the generic good market are competitive. Based on this information, answer the following questions :
  - (a) Set up the general equilibrium framework for the above situation. Find the equilibrium level of quantities and prices of  $c$ ,  $h$ , and  $s$  when  $M = \text{Rs. } 100$  and  $\theta = 1$ . Represent the equilibrium in  $(c,h)$  and  $(c,s)$  space.
  - (b) Suppose the health of the individual deteriorates. This raises  $\theta$  to 2. Explain the effect of this change in the value of  $\theta$  on the equilibrium level of quantities and prices of  $c$ ,  $h$ , and  $s$ , assuming income remains unchanged. Using the same diagrams as in part (a), show the new equilibrium and changes in the values of  $c$ ,  $h$ , and  $s$ .

- (c) What will happen to the result of part (b) if her income declines to Rs. 80, due to reduced productivity caused by the change in the health status? Show the effect through diagrams in (c,h) and (c,s) space.
- (d) Give economic justification for the change in the consumption of  $c$ ,  $h$ , and  $s$  in parts (b) and (c), as compared to part (a). (4+4+4+3=15)

2. Answer the following questions :

- (a) Suppose that the market demand for female workers depends on the relative wages of females to males,  $W_F/W_M$ , in the following manner :

$$\frac{W_F}{W_M} = \begin{cases} 1.1 - 0.0001N_F, & \text{if } N_F \leq 1000 \\ 1, & \text{if } 1001 < N_F \leq 5000 \\ 1.5 - 0.0001N_F, & \text{if } N_F > 5000 \end{cases}$$

where  $N_F$  is the number of female workers hired in the market. Graph this demand curve and calculate the relative wage of female workers when the number hired is 200, 2000 and 7000. When does discrimination harm female workers in the market? (9)

P.T.O.

- (b) In many countries, higher education is heavily subsidized by the government (that is, university students do not bear the full cost of their college education). While there may be good reasons for heavily subsidizing university education, there are also some dangers in it. Using human capital theory, explain what these dangers are. (6)

3. Answer the following questions :

- (a) Explain the cost of illness approach for valuing benefits of a health care project. What are its possible shortcomings? (7)
- (b) "*The structural relationship between income and health status has shifted over time.*" In the light of the above statement, discuss the changing relationship between demographic and epidemiological transitions. (8)

4. Answer the following questions :

- (a) Prevention is better than cure. However, individuals still under consume preventive health care services. In the light of this, discuss the problem of externality in the health sector. (5)

- (b) Explain briefly the causes of market failure in the health care sector. (10)

5. A firm hires two kinds of workers, A-type and B-type. One can't differentiate between an A-type from a B-type by looking at her, but an A-type will produce \$5,000 worth of output per month and a B-type will produce \$3,000 worth of output per month. The firm decides to distinguish A-type from B-type by making them pass an examination. For each question that they get right on the exam, A-type has to spend half an hour studying and B-type has to spend one hour. A worker will be paid \$5,000 if she gets at least 50 answers right and \$3,000 otherwise. For either type, an hour of studying is as bad as giving up \$20 income. Based on this information, answer the following question :

- (a) How many questions will an A-type worker and a B-type worker have to answer to attain separating equilibrium of this scheme?
- (b) Using an appropriate diagram explain briefly the choices of the number of hours that both types of workers will make by taking into account their lifetime earnings.

P.T.O.

(c) How will your answer to the above parts change if the firm increases the cutoff to 70 questions? Is increasing the number of questions to 70 socially desirable?

(d) How will your answer to the above parts change if the cost of studying increases to \$30 per hour and number of questions required being correct remains 50 only?

(e) Discuss the implications of using education as a signaling device in the labour market. (3×5=15)

6. *"Per capita calorie consumption has fallen in India despite being a rise in per capita food expenditure and per capita total expenditure. This presses on the need to have thought about other measures for nutrition in India. However, economists are still concerned about per capita calorie intake as a good measure of health status."* In the light of this, discuss the efficacy of the use of per capita calorie consumption as a measure of health status of adults in India. (15)

7. Study the following table carefully and comment on the learning outcomes of students in India. (15)

Learning levels, by grade, level of difficulty of question and subject (percentage terms)

| Grade | Reading |        |      |                       | Arithmetic |                    |             |          |
|-------|---------|--------|------|-----------------------|------------|--------------------|-------------|----------|
|       | Nothing | Letter | Word | Para at grade 1 level | Nothing    | Number recognition | Subtraction | Division |
| 1     | 38.4    | 38.3   | 16.8 | 4                     | 2.6        | 53.8               | 38.5        | 5.7      |
| 2     | 34.2    | 30.1   | 32.3 | 15                    | 8.3        | 26.1               | 49          | 18.9     |
| 3     | 6.3     | 16.5   | 29.3 | 28                    | 14.9       | 13.5               | 34          | 33.3     |
| 4     | 3.2     | 8.9    | 18.7 | 31.7                  | 31.6       | 7.5                | 24.6        | 37.4     |
| 5     | 2.1     | 4.9    | 11.9 | 28.1                  | 53         | 4.7                | 16          | 34       |
| 6     | 1.3     | 2.5    | 6.7  | 22.9                  | 64.6       | 2.9                | 10.1        | 28.5     |
| 7     | 0.8     | 1.5    | 4.1  | 17.5                  | 76.1       | 1.8                | 7.5         | 23.3     |
| 8     | 0.6     | 0.9    | 2.3  | 12.6                  | 83.7       | 1.2                | 3           | 18       |
| Total | 9.9     | 14.8   | 16.5 | 19.3                  | 39         | 16.1               | 25.7        | 24.6     |

8. Answer the following questions :

- (a) Define merit goods. In the case of demerit goods like smoking, critically analyze the possible ways in which a government can intervene? (7)
- (b) Ramesh is working for a firm. He is asking for an increment in his salary in the job, to which the manager is not agreeing. The manager is willing to pay him a bonus after three years. Ramesh now has two options: (a) to join a new job which will offer him a joining bonus of Rs. 20,000

P.T.O.

immediately, without any increase in his salary or  
(b) continue with his current job, in which the manager will give him a bonus of Rs. 35,000 at the end of three years, without any increase in salary. Let the interest rate be 4 percent. Which option should Ramesh choose if his goal is to choose the option with the larger present value? (5)

- (c) Rakesh, age 45, is suffering from cancer and hence he values his life at 0.5 of a healthy year. He has two choices :

Choice 1: Don't go for any treatment.

Choice 2: Go for a treatment which will provide him full health with probability 0.95, but might result in his death with probability 0.05.

He is expected to live up to 80 years. What is the probability that would leave him indifferent between choice 1 and choice 2? (3)

(1000)

[This question paper contains 4 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No. ....



Sr. No. of Question Paper : 3879

Unique Paper Code : 12277614

Name of the Paper : Open-Economy  
Macroeconomics

Name of the Course : B.A. (H) 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. The paper has **two** sections. **Part A** and **Part B**.
3. Attempt any **SIX** out of **Eight** from **Part A** and any **THREE** out of **Four** from **Part B**.

**Part A**

Attempt any **SIX** questions.

1. (a) Suppose dollar deposits offer a 10 percent interest rate, euro deposits offer a 12 percent rate, and the dollar is expected to appreciate against the euro by 4 percent over a year. Which currency deposit is relatively lucrative? (2)

P.T.O.

- (b) "An increase in the money supply can cause the exchange rate to overshoot its long-run level in the short run". Elaborate on this statement with reference to a permanent increase in money supply, using suitable diagrams. (3)
2. Elaborate on the covered interest parity condition. (5)
3. Briefly discuss various components of the balance of payments accounts. (5)
4. "All else equal, a rise in the expected future exchange rate causes a rise in the current exchange rate." Discuss with the help of diagrams. (5)
5. (a) What are the limitations of the PPP theory of exchange rates? (3)
- (b) Define the concept of the real exchange rate. (2)
6. (a) Discuss the benefits and drawbacks of the Gold Standard. (3)
- (b) What do you understand by Bimetallic Standard? (2)
7. (a) Define the Price-Specie-Flow Mechanism. How does an economy automatically restore equilibrium if the current account deficit occurs? (2)

- (b) How can inflation be imported from abroad? What is the solution? (3)
8. Write a short note on any **two**: (5)
- (a) Exchange rate pass-through
- (b) J-Curve
- (c) Marshall-Lerner Condition

**Part B**

Attempt any **THREE** questions.

9. (a) Explain why, with imperfect asset substitutability, even sterilised purchases of foreign exchange cause the home currency to depreciate. (8)
- (b) Using the model of asset market equilibrium (simultaneous equilibrium in the money market and the foreign exchange market), examine how the balance of payments crises can occur under fixed exchange rates. (7)
10. (a) In Munich, a bratwurst costs 5 euros; a hot dog costs \$4 at Boston's Fenway Park.
- At an exchange rate of \$1.05/per euro, what is the price of a bratwurst in terms of a hot dog? All else equal, how does this relative price change if
- P.T.O.

the dollar depreciates to \$1.25 per euro? Compared with the initial situation, has a hot dog become more or less expensive relative to a bratwurst?

(2+2+1)

- (b) Using the DD-AA framework, analyse the impact of permanent shifts in the monetary and fiscal policy with suitable diagrams. (10)
11. (a) Examine the situation where all the countries suffer due to self-centred policy decisions utilising game theory. (8)
- (b) Discuss the reasons for the East Asian economic miracle. The onset of the financial crisis in these economies was taken aback. What were the main causes of the disastrous financial crisis? (7)
12. (a) Why are prices sticky in the short-run? What are the demand and cost pressures created by a change in the money supply? (6)
- (b) Using suitable diagrams to illustrate the ineffectiveness of monetary policy and the effectiveness of fiscal policy under a fixed exchange rate regime with perfect capital mobility. (9)

(2000)

[This question paper contains 16 printed pages.]

05 JUN 2023

Your Roll No.



Sr. No. of Question Paper : 3880

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।

P.T.O.

2. ओठ 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) It is inappropriate to judge laws based on economic efficiency. Instead, the law should pursue goals like fairness and justice. Do you agree? Why or why not?

(b) The case of *Sturges v. Bridgman* (11 Ch.D. 852, 1879) involved a confectioner who had operated heavy machinery at a certain location for several years as part of his candy-making business. When a doctor built a consulting room directly against the confectioner's premises, however, he found that the noise and vibration were a disturbance to his practice. He, therefore, sought an injunction to prevent the confectioner from using the machinery. Suppose it would cost the confectioner \$150 to move his machinery to a location where it would not disturb the doctor, and it would cost the doctor \$200 to relocate the consulting room.

(i) Assume that the doctor and confectioner can bargain costlessly. What will be the outcome if the court grants the injunction? What if it does not grant it? In each case, is the outcome the same as the socially efficient outcome?

(ii) How would your answer to (a) change if the parties cannot bargain? (10+5)

(अ) आर्थिक दक्षता के आधार पर कानूनों के बारे में कुछ निर्णय करना अनुचित है। इसके बजाय, कानून को निष्पक्षता और न्याय जैसे लक्ष्यों को पूरा करना चाहिए। क्या आप सहमत हैं? क्यों या क्यों नहीं?

(ब) स्टर्ज बनाम ब्रिजमैन (11 अध्याय 852, 1879) के मामले में एक कन्फेक्शनर शामिल था जिसने अपने कैंडी बनाने के व्यवसाय के हिस्से के रूप में कई वर्षों तक एक निश्चित स्थान पर भारी मशीनरी संचालित की थी। जब एक डॉक्टर ने कन्फेक्शनर के परिसर के ठीक सामने एक परामर्श कक्ष बनाया, हालांकि, उन्होंने पाया कि शोर और कंपन उनके काम में बाधा डाल रहे थे।

P.T.O.

इसलिए, उन्होंने हलवाई को मशीनरी का उपयोग करने से रोकने के लिए एक निषेधाज्ञा मांगी। मान लीजिए कि अपनी मशीनरी को ऐसे स्थान पर ले जाने के लिए कन्फेक्शनर को \$150 का खर्च आएगा जहां इससे डॉक्टर को परेशानी नहीं होगी और परामर्श कक्ष को स्थानांतरित करने के लिए डॉक्टर को \$200 का खर्च आएगा।

(i) मान लीजिए कि डॉक्टर और हलवाई बिना कीमत के सौदा कर सकते हैं। अगर अदालत ने निषेधाज्ञा दी तो इसका क्या परिणाम होगा? क्या होगा अगर यह इसे नहीं देता है? क्या प्रत्येक मामले में परिणाम सामाजिक रूप से कुशल परिणाम के समान है?

(ii) यदि पार्टियां सौदेबाजी नहीं कर सकती हैं तो (ए) के लिए आपका उत्तर क्या होगा?

2. (a) Do you agree that in the case of risk from unpreventable breaches of contract, courts should assign risk to the party that can insure it at lowest cost? Substantiate your answer with the help of an example.

- (b) "In a complete contracting world, ownership and residual rights of control are irrelevant since all decisions are specified in the contract." How does this differ from a world where there are incomplete contracts? (7.5, 7.5)

(अ) क्या आप सहमत हैं कि अनुबंध के अपरिवर्तनीय उल्लंघनों से जोखिम के मामले में, अदालतों को पार्टों को जोखिम सौंपना चाहिए जो इसे न्यूनतम लागत पर बीमा कर सकता है? एक उदाहरण की सहायता से अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

(ब) "एक पूर्ण अनुबंधित दुनिया में, स्वामित्व और नियंत्रण के अवशिष्ट अधिकार अप्रासंगिक हैं क्योंकि सभी निर्णय अनुबंध में निर्दिष्ट हैं।" यह उस दुनिया से कैसे भिन्न है जहां अपूर्ण अनुबंध हैं?

3. (a) Distinguish between default rules and mandatory rules used by courts as possible responses to contract imperfections.

(b) Consider the following hypothetical case :

A printing press shop contracts with a manufacturer of printing machinery for the

P.T.O.

construction of a customized printing machine to be installed in the shop premises. After the machine is completed but prior to installation, a fire destroys the shop. Since the machine is custom-made and therefore has no salvage value, the manufacturer sues for the full price, while the shop owner seeks discharge of the contract on the grounds of impossibility.

Use the "prevention model" of breach to resolve the dispute in the following steps:

Suppose that the printing press shop owner can undertake precaution  $x$  to reduce the probability of a fire, given by  $q(x)$ . Let  $V$  be the value of performance to the printing press,  $P$  the price,  $C$  the cost of building the printing machine, and  $D$  the damage payment.

- (i) Determine the efficient level of precaution from a social perspective.
- (ii) Write the expression for the expected profits of the printing press shop owner. What level of precaution would be chosen by the shop owner if he is required to pay

zero damages? What happens if the full price of the printing machine has to be paid as damages?

(iii) What do you conclude from the prevention model of breach? (5+10)

(अ) अनुबंध की स्वामियों के लिए संभावित प्रतिक्रियाओं के रूप में अदालतों द्वारा उपयोग किए जाने वाले डिफॉल्ट नियमों और अनिवार्य नियमों के बीच अंतर कीजिए।

(ब) निम्नलिखित काल्पनिक मामले पर विचार करें :

एक प्रिंटिंग प्रेस की दुकान परिसर में स्थापित करने के लिए एक अनुकूलित प्रिंटिंग मशीन के निर्माण के लिए प्रिंटिंग मशीनरी के निर्माता के साथ अनुबंध करती है। मशीन के पूरा होने के बाद लेकिन स्थापना से पहले, आग लगने से दुकान नष्ट हो जाती है। चूंकि मशीन कस्टम-मेड है और इसलिए इसका कोई निस्तारण मूल्य नहीं है, निर्माता पूरी कीमत के लिए मुकदमा करता है, जबकि दुकान का मालिक असंभवता के आधार पर अनुबंध का निर्वहन चाहता है।

निम्नलिखित चरणों में विवाद को हल करने के लिए उत्संधन के "रेकथाम मॉडल" का उपयोग कीजिए :

P.T.O.

मान लीजिए कि प्रिंटिंग प्रेस की दुकान का मालिक 9 (x) द्वारा दिए गए आग की संभावना को कम करने के लिए सावधानी बरत सकता है। बता दें कि V प्रिंटिंग प्रेस के प्रदर्शन का मूल्य है, P मूल्य, C प्रिंटिंग मशीन के निर्माण की लागत, और D क्षति भुगतान।

- (i) सामाजिक दृष्टिकोण से एहतियात के कुशल स्तर का निर्धारण कीजिए।
- (ii) प्रिंटिंग प्रेस की दुकान के मालिक के अपेक्षित लाभ के लिए अभिव्यक्ति लिखिए। दुकान के मालिक द्वारा किस स्तर की सावधानी बरती जाएगी यदि उसे शून्य हर्जाने का भुगतान करने की आवश्यकता है? यदि नुकसान के रूप में प्रिंटिंग मशीन की पूरी कीमत चुकानी पड़े तो क्या होगा?
- (iii) उल्लंघन की रोकथाम के मॉडल से आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

4. Consider a matter of nuisance that comes before the court in which private property owners in a residential area have sought relief on account of dirt and smoke emanating from a specific power plant in the area.

- (a) Is the externality in this case private or public? Why?
- (b) Should the court grant an injunction as a remedy to the plaintiffs? What consideration(s) should the court incorporate while giving the verdict?
- (c) Suppose the private residents had a right to enjoin the power plant to stop polluting. What obstacles would the power plant face if it tried to purchase the right to pollute from the households?
- (d) Contrast the difference between temporary and permanent damages on the incentives of people to build new houses near the power plant.
- (e) To what extent can the private law of property solve the problem of pollution. (15)

अदालत के सामने आने वाले उपद्रव के मामले पर विचार करें जिसमें एक आवासीय क्षेत्र में निजी संपत्ति के मालिकों ने क्षेत्र में एक विज्ञिष्ट बिजली संयंत्र से निकलने वाली गंदगी और धुएँ के कारण राहत मांगी है।

(अ) क्या इस मामले में बाह्यता निजी या सार्वजनिक है? क्यों?

P.T.O.

- (ब) क्या अदालत को अभियोगी को एक उपाय के रूप में आदेश देना चाहिए? फैसला सुनाते समय अदालत को किन बातों को शामिल करना चाहिए?
- (स) मान लीजिए कि निजी निवासियों को प्रदूषण रोकने के लिए बिजली संयंत्र को आदेश देने का अधिकार होता। अगर बिजली संयंत्र घरों से प्रदूषण का अधिकार स्वीकार करने की कोशिश करता है तो उसे किन बाधाओं का सामना करना पड़ेगा?
- (द) बिजली संयंत्र के पास नए घर बनाने के लिए लोगों के प्रोत्साहन पर अस्थायी और स्थायी नुकसान के बीच अंतर की तुलना करें।
- (इ) संपत्ति के निजी कानून प्रदूषण की समस्या को किस हद तक हल कर सकते हैं।

5. Discuss the merits and demerits of market mechanism for land transfers for developmental activities in both urban and rural market settings. What aspects of market-based transactions in land give an economic justification for compulsory land acquisition by the government? (15)

शहरी और ग्रामीण बाजार व्यवस्था दोनों में विकासात्मक गतिविधियों के लिए भूमि हस्तांतरण के लिए बाजार तंत्र के गुणों और दोषों पर चर्चा करें। भूमि में बाजार आधारित लेन-देन के कौन से पहलू सरकार द्वारा अनिवार्य भूमि अधिग्रहण के लिए आर्थिक औचित्य प्रदान करते हैं?

6. (a) Compare and contrast cause-in-fact with proximate cause in proving causation in a tort lawsuit.
- (b) Consider an automobile-pedestrian accident. The following table summarizes the driver's options regarding how fast to drive, the benefits (in Rs.), and expected accident costs :

| Speed    | Benefits to driver | Expected costs |
|----------|--------------------|----------------|
| Slow     | 5000               | 2000           |
| Moderate | 8000               | 4000           |
| Fast     | 12,000             | 10,000         |

(i) What is the socially optimal speed?

(ii) What will the driver's choice be under strict liability?

P.T.O.

- (iii) What will the driver's choice be under a negligence rule with the due standard set at moderate speed? What if it is set at slow speed?

Give reasons in support of your answer.

(8+7)

- (अ) एक अपकृत्य मुकदमे में कार्य-कारण साबित करने के लिए निकट-कारण के साथ-साथ कारण की तुलना करें और इसके बीच विभेद कीजिए।
- (ब) एक ऑटोमोबाइल-पैदल यात्री दुर्घटना पर विचार करें। निम्नलिखित तालिका ड्राइवर के विकल्पों को संक्षेप में बताती है कि कितनी तेजी से गाड़ी चलानी है, लाभ (रुपये में), और संभावित दुर्घटना लागते निम्नानुसार हैं :

| गति   | चालक को लाभ | अपेक्षित लागत |
|-------|-------------|---------------|
| धीमी  | 5000        | 12000         |
| मध्यम | 8000        | 14000         |
| तेज   | 12,000      | 10,000        |

- (i) सामाजिक रूप से इष्टतम गति क्या है?

(ii) सख्त दायित्व के तहत ड्राइवर की पसंद क्या होगी?

(iii) मध्यम गति पर नियत मानक सेट के साथ लापरवाही नियम के तहत चालक की पसंद क्या होगी? क्या होगा अगर इसे धीमी गति पर सेट किया जाए?

अपने उत्तर के समर्थन में कारण दीजिए।

7. (a) Consider the following setting in the settlement-trial decision:- Suppose there are two types of plaintiffs in the population of plaintiffs, those with a high probability of victory at trial,  $P_h$  (plaintiffs who were not contributorily negligent), and those with a low probability of victory at trial,  $P_l$  (plaintiffs who were contributorily negligent), where  $P_h > P_l > 0$ . Plaintiffs know their own probabilities of victory. Defendants cannot observe an individual plaintiff's type prior to trial but they know that "a" is the fraction of high probability types. Let  $J$  represent the monetary judgment that the plaintiff will recover if she wins (an amount that both parties agree on), and let  $C_p$  and  $C_d$  be the costs of trial for the plaintiff and defendant, respectively. Assume that settlement is costless.

P.T.O.

- (i) Calculate the defendant's expected cost of going to trial with a random plaintiff.
- (ii) What would be the outcome if the defendant employs a pooling strategy to settle and offers an amount greater than or equal to the value of trial to a high-type plaintiff? What happens in the case of a separating strategy?
- (iii) Which strategy in (ii) is preferred by the defendant? What are the implications of the resulting trial condition?
- (b) What is a trade secret? How does it compare with a patent? (10+5)

(अ) निपटान-परीक्षण निर्णय में निम्नलिखित व्यवस्था पर विचार कीजिए: - मान लीजिए कि वादी की आबादी में दो प्रकार के वादी हैं, जो मुकदमे में जीत की उच्च संभावना वाले हैं,  $P_H$  (ऐसे वादी जो अंशदायी रूप से लापरवाह नहीं थे), और मुकदमे में जीत की कम संभावना वाले लोग,  $P_L$  (अभियोगी जो लापरवाही से योगदान कर रहे थे), जहाँ  $P_H > P_L > 0$ । वादी जीत की अपनी संभावनाओं को जानते हैं। प्रतिवादी ट्रायल से

पहले एक व्यक्तिगत अभियोगी के प्रकार का निरीक्षण नहीं कर सकते हैं लेकिन वे जानते हैं कि "ए" उच्च संभावना प्रकार का अंग है। J को मौद्रिक निर्णय का प्रतिनिधित्व करने दें कि यदि वादी जीतती है तो वह वसूल करेगी (एक राशि जिस पर दोनों पक्ष सहमत हैं), और Cp और Cd को क्रमशः वादी और प्रतिवादी के लिए मुकदमे की लागत होने दें। मान लें कि निपटान लागत रहित है।

- (i) यादृच्छिक अभियोगी के साथ मुकदमे करने की प्रतिवादी की अपेक्षित लागत की गणना करें।
  - (ii) क्या परिणाम होगा यदि प्रतिवादी एक उच्च प्रकार के अभियोगी को मुकदमे के मूल्य से अधिक या उसके बराबर राशि का निपटान करने के लिए एक पूलिंग रणनीति का उपयोग करता है और पेश करता है? अलग करने की रणनीति के मामले में क्या होता है?
  - (iii) यह बताएं कि (ii) में कौन सी रणनीति प्रतिवादी द्वारा पसंद की जाती है? परिणामी परीक्षण स्थिति के निहितार्थ क्या हैं?
- (ख) व्यापार रहस्य क्या है? इसकी पेटेंट के साथ तुलना कैसे की जा सकती है?

P.T.O.

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

(a) Doctrine of Privity

(b) Unconscionability doctrine in contract law

(c) Public Nuisance (7.5×2)

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणियाँ लिखिए :

(अ) गोपनीयता का सिद्धांत

(ब) अनुबंध कानून में अचेतनता सिद्धांत

(स) Public Nuisance

(500)

B.A (H)  
Economics VI Sem  
May June 2023