

[This question paper contains 16 printed pages.]

Hall-1

Your Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 4471

Unique Paper Code : 12271301

Name of the Paper : Intermediate Microeconomics-  
I

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

Semester : III

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 **three** questions in **Part A**.
3. Attempt any **two** questions in **Part B**.
4. Simple calculator is allowed.
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 को मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. भाग अ में किन्हीं तीन प्रश्नों का उत्तर दें।
3. भाग ब में किन्हीं दो प्रश्नों को हल करें।
4. साधारण कैलकुलेटर की अनुमति है।
5. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

**PART A**

1. (a) Draw the budget line for the following cases.
  - (i) A grocery shop starts a scheme in which, for and then for The price of good is constant at Rs.3. Consumer Income is.
  - (ii) If the consumer buys more than one unit of the first good, he gets one unit of second good free.
  - (iii) The Government subsidizes gasoline purchase by paying half the cost of each litre purchased in excess of 20 litres per

month. Identify on the diagram for a given amount of gasoline consumption, how much consumer spends on gasoline and how much the (3+3+3)

(b) Answer the following questions :

- (i) Maya thinks margarine is just as good as butter. Margarine is sold in 100 grams package and butter in 200 grams package. Draw Maya's indifference curve for packages of margarine and butter and give her utility function.
- (ii) Meera likes sugar in her tea, but she simply cannot differentiate between quantities of sugar which differ by one gram or less. Explain why her preferences violate transitivity.
- (iii) Find whether is a monotonic transformation of  
Take x (2+2+2)

(अ) निम्नलिखित मामलों के लिए बजट रेखा खींचिए :

- (i) एक किराने की दुकान एक योजना शुरू करती है जिसमें, के लिए और फिर के लिए। वस्तु  $y$  की कीमत रु. 3 पर स्थिर है। उपभोक्ता आय है।

P.T.O.

- (ii) यदि उपभोक्ता पहली वस्तु की एक से अधिक इकाई खरीदता है, तो उसे दूसरी वस्तु की एक इकाई निःशुल्क मिलती है।
- (iii) सरकार 20 लीटर प्रति माह से अधिक खरीदे गए प्रत्येक लीटर की आधी लागत का भुगतान करके गैसोलिन खरीद पर सब्सिडी देती है। गैसोलिन खपत की दी गई मात्रा के लिए आरेख पर पहचानें, उपभोक्ता गैसोलिन पर कितना खर्च करता है और कितना ?

(ब) निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें :

- (i) माया सोचती है कि मार्जरीन मक्खन जितना ही अच्छा है। मार्जरीन 100 ग्राम के पैकेज में और मक्खन 200 ग्राम के पैकेज में बेचा जाता है। मार्जरीन और मक्खन के पैकेटों के लिए माया का अनधिमान वक्र खींचिए और उसका उपयोगिता फलन दीजिए।
- (ii) मीरा को अपनी चाय में चीनी पसंद है, लेकिन वह चीनी की मात्रा में अंतर नहीं कर सकती जो एक ग्राम या उससे कम है। बताएं कि उसकी प्राथमिकताएं ट्रांजिटिविटी का उल्लंघन क्यों करती हैं।
- (iii) पता लगाएं कि क्या का एक मोनोटोनिक परिवर्तन है  
Take x.

2. (a) Which of the following utility functions has a global satiation point? Which of them represent convex preferences? Support your answer with a diagram.

+ (3+2)

- (b) Consider a consumer with the utility function where  $x$  and  $y$  are two commodities.

(i) Plot his indifference curves

(ii) Are his preferences convex?

(iii) Will he spend his entire income on  $x$  and  $y$ ? (1+2+2)

- (c) Draw the Income-consumption curve and find and draw the Engel curve of good for the following utility functions. (Assume that  $P_x=1$  and  $P_y=2$ )

(3+2)

- (अ) निम्नलिखित में से किस उपयोगिता फलन का वैश्विक संतुष्टि बिंदु है? उनमें से कौन उच्च वरीयताओं का प्रतिनिधित्व करता है? आरेख की सहायता से उत्तर कीजिए।

+

P.T.O.

- (ब) उपयोगिता फ़ंक्शन वाले उपभोक्ता पर विचार करें जहाँ  $x$  और  $y$  दो वस्तुएं हैं।
- (i) उसके अनधिमान वक्रों को आलेखित करें।
  - (ii) क्या उसकी वरीयताएँ उत्तल हैं ?
  - (iii) क्या वह अपनी पूरी आय  $x$  और  $y$  पर खर्च करेगा?
- (स) आय-खपत वक्र खींचिए और निम्नलिखित उपयोगिता फलनों के लिए वस्तु  $x$  का एंगल वक्र ज्ञात कीजिए और आरेखित कीजिए।  
(मान लें कि  $P_x=1$  और  $P_y=2$ )

3. (a) Consider the utility function. Initially the prices of commodities  $x$  and  $y$  were and money income is Rs. 100. The price of declines to 2.5, the price of is unchanged. Decompose the price effect into Slutsky substitution and income effect. Further decompose the price effect into Hicksian substitution and income effect. (10)
- (b) Analyse the effect of a decrease in inflation, other things remaining constant, on a lender's choice of current consumption and savings. Is this effect the same as that of increase in the nominal interest rate? (Assume that both current and future consumption are normal goods.) (5)

- (अ) उपयोगिता फलन पर विचार करें। प्रारंभ में वस्तुओं  $x$  और  $y$  की कीमतें थीं, और आय 100 रुपये हैं। की कीमत घटकर 2.5 हो जाती है, की कीमत अपरिवर्तित रहती है। स्लटस्की प्रतिस्थापन और आय प्रभाव में मूल्य प्रभाव को विघटित करें। आगे हिक्सियन प्रतिस्थापन और आय प्रभाव को विघटित करें।
- (ब) एक ऋणदाता की वर्तमान खपत और बचत की पसंद पर मुद्रास्फीति में कमी, अन्य चीजें स्थिर रहने के प्रभाव का विश्लेषण करें। क्या यह प्रभाव नाममात्र ब्याज दर में वृद्धि के समान है? (मान लें कि वर्तमान और भविष्य की खपत दोनों सामान्य सामान हैं।)

4. (a) A consumer who consumes three goods was observed in three different choice situations. The prices faced by her, and the bundles chosen by her are given in the table below:

Situation						
i	1	2	3	2	1	3
ii	1	1	3	1	1	3
iii	1	1	4	2	2	4

Check if this price and consumption data is consistent with WARP and SARP. (5)

P.T.O.

(b) Suppose Aman has an initial wealth of Rs.200 and has the utility function  $U(W) = \sqrt{W}$ , where  $W > 0$  denotes his wealth. Assume that he faces a 10 percent chance of losing his wealth because of an adverse event, where he would lose Rs.50. He considers purchasing insurance to protect against his potential loss. He can buy 'a' unit of insurance for Re 0.10 per unit, which pays Re 1 per unit that is purchased.

(i) What is Aman's expected utility from buying units of insurance?

(ii) How many units of insurance, does Aman purchase?

(iii) Suppose a consumer's consumption in the good state and in the bad state are perfect complements and perfect substitutes. For each of these cases, draw the indifference curve for the consumer and discuss their degree of risk aversion. (2+3+5)

(अ) एक उपभोक्ता जो तीन वस्तुओं का उपभोग करता है, उसे तीन अलग-अलग पसंद स्थितियों में देखा गया। उसके द्वारा सामना क जाने वाली कीमतें, और उसके द्वारा चुने गए बंडल नीचे दी गई तालिका में दिए गए हैं :

Situation						
i	1	2	3	2	1	3
ii	1	1	3	1	1	3
iii	1	1	4	2	2	4

जांचें कि क्या यह मूल्य और स्वपत डेटा WARP और SARP के अनुरूप है।

(ब) मान लीजिए कि अमन के पास 200 रुपये की शुरुआती संपत्ति है और उसका उपयोगिता फलन  $U(W) = \sqrt{W}$  है, जहाँ  $W > 0$  उनकी संपत्ति को दर्शाता है। मान लें कि किसी प्रतिकूल घटना के कारण उसे अपनी संपत्ति खोने का 10 प्रतिशत मौका मिलता है, जहाँ उसे 50 रुपये का नुकसान होगा। वह अपने संभावित नुकसान से बचने के लिए बीमा खरीदने पर विचार करता है। वह बीमा की 'ए' यूनिट को 0.10 रुपये प्रति यूनिट के हिसाबसे खरीद सकता है, जो खरीदी गई प्रति यूनिट के लिए 1 रुपये का भुगतान करता है।

(i) बीमा की एका इकाई खरीदने से अमन की अपेक्षित उपयोगिता क्या है?

(ii) अमन बीमा की कितनी इकाइयाँ खरीदता है?

P.T.O.

- (iii) मान लीजिए कि अच्छी स्थिति और खराब स्थिति में उपभोक्ता की स्वपल सही पूरक और सही विकल्प है। इनमें से प्रत्येक मामले के लिए, उपभोक्ता के लिए उदासीनता वक्र बनाएं और जोखिम से बचने की उनकी डिग्री पर चर्चा करें।

### PART B

5. (a) (i) The production function for a firm in the business of software development is given by

$$q = 4(k)^{1/2}$$

where  $q$  denotes software development and  $k$  denotes unit of capital employed. The firm is a price taker for software (which sell for  $P$ ) and for the capital input, the rental rate is  $r$ .

- (a) What is the total cost function of this firm?
- (b) What is the profit function of this firm?
- (c) What is the supply function for software output  $q(p,r)$ ? (2+2+2)

- (ii) Derive and draw the graph of output expansion path for a firm having production function  $Q = K + (L)^{1/2}$ ; prices of L per unit and K per unit being 40 and 240 respectively. (3)
- (b) (i) Is the short run cost also the minimal cost for producing varied output level? Explain. (3)
- (ii) Compute elasticity of substitution for the following :
- (a)  $Q = f(k,l) = (k^{1/2} + l^{1/2})^2$
- (b)  $Q = f(k,l) = \min \{3k, 5l\}$  (3)

- (अ) (i) सॉफ्टवेयर विकास के व्यवसाय में एक फर्म के लिए उत्पादन फलन  $q = 4(k)^{1/2}$

दिया गया है? जहाँ  $q$  सॉफ्टवेयर विकास को दर्शाता है और  $k$  नियोजित पूंजी की इकाई को दर्शाता है। फर्म सॉफ्टवेयर के लिए एक कीमत लेने वाला है (जो  $P$  के लिए बेचता है) और पूंजी इनपुट के लिए, किराये की दर आर है।

P.T.O.

- (क) इस फर्म का कुल लागत फलन क्या है?
- (ख) इस फर्म का लाभ कार्य क्या है?
- (ग) सॉफ्टवेयर आउटपुट  $q(p,r)$  के लिए सप्लाय फंक्शन क्या है?
- (ii) उत्पादन फलन  $Q = K + (l+L)^{1/2}$  वाली फर्म के लिए आउटपुट विस्तार पथ का ग्राफ व्युत्पन्न और आरेखित करें;  $L$  प्रति यूनिट और  $K$  प्रति यूनिट की कीमते क्रमशः 40 और 240 हैं।
- (ब) (i) क्या विभिन्न उत्पादन स्तर के उत्पादन के लिए अल्पकालिक लागत भी न्यूनतम लागत है? समझाइए।
- (ii) निम्नलिखित के लिए प्रतिस्थापन की लोच की गणना करें:
- (a)  $Q = f(k,l) = (k^{1/2} + l^{1/2})^2$
- (b)  $Q = f(k,l) = \min \{3k, 5l\}$

6. (a) A firm has production function:

$q = F(K, L) = K^{1/2} + L^{1/2}$  (where  $L$  and  $K$  are measures of labor and capital input used to produce  $q$  units of the good that are sold at fixed price  $p$ )

per unit of the good. Costs per unit of (L, K) are (w,v).

- (i) Compute elasticity of substitution.
  - (ii) Does this production function exhibit IRS, DRS, or CRS?
  - (iii) Find firm's unconditional demand functions for labour and capital.
  - (iv) Find firm's supply function. (2+1+3+2)
- (b) (i) In the 2 input case, where both inputs (capital and labour) are normal, discuss the total effect of rise in price of labour. (3)
- (ii) If long run cost function is  $C^*(w,v,q) = 2q^2w^{5/6}v^{1/6}$ , compute the production function. (4)

- (अ) एक फर्म का उत्पादन फलन  $q = F(K, L) = K^{1/2} + L^{1/2}$  है। (जहां L और K श्रम और पूंजी इनपुट के उपाय हैं जो निश्चित रूप से बेची जाने वाली वस्तुओं की q इकाइयों का उत्पादन करने के लिए उपयोग किए जाते हैं। वस्तु की कीमत p प्रति इकाई है। (L, K) की प्रति इकाई लागत (w, v) है।

P.T.O.

- (i) प्रतिस्थापन की लोच की गणना करें।
- (ii) क्या यह उत्पादन फलन IRS, DRS, या CRS प्रदर्शित करता है?
- (iii) श्रम और पूंजी के लिए फर्म के बिना शर्त मांग कार्यों का पता लगाएं।
- (iv) फर्म का आपूर्ति फलन ज्ञात कीजिए।
- (ब) (i) 2 इनपुट मामले में, जहां दोनों इनपुट (पूंजी और श्रम) सामान्य हैं, श्रम की कीमत में वृद्धि के कुल प्रभाव पर चर्चा करें।
- (ii) यदि दीर्घकालीन लागत फलन  $C^*(w,v,q) = 2q^2w^{1/2}v^{1/2}$  है, तो उत्पादन फलन की गणना कीजिए।
7. (a) A firm has production function:  $q = F(l,k) = 1 + 4k$  (where  $l$  and  $k$  are measures of labor and capital inputs to produce  $q$  unit of the good that are sold at fixed price  $p$  per unit of the good. Cost of  $(l,k)$  are  $(w,v)$ . Compute the following :
- (a) Firm's conditional demand functions for labour and capital.
- (b) Profit function. (4+2)

(b) (i) Discuss the properties of profit function.

(3)

(ii) Compute contingent demand for inputs (both capital and labor) using Shephard's Lemma for the following cost functions :

$$(a) C(v,w,q) = q^{1/\beta} (v^{1-\beta} + w^{1-\beta})^{1-\beta}$$

Explain what happens to this function if  $\beta = 1$ .

$$(b) C(v,w,q) = B q^{1/(a+b)} v^{a/(a+b)} w^{b/(a+b)}$$

where  $a = 1/4$ ,  $b = 3/4$ ,  $B = 3$  (4+2)

(अ) एक फर्म का उत्पादन फलन  $q = F(l,k) = 1+4k$  है, (जहाँ  $l$  और  $k$ , निश्चित मूल्य  $p$  प्रति यूनिट पर बेची जाने वाली वस्तु की  $q$  इकाई का उत्पादन करने के लिए श्रम और पूंजी इनपुट के उपाय हैं। माल  $(l,k)$  की लागत  $(w,v)$  हैं। निम्नलिखित की गणना करें :

(क) श्रम और पूंजी के लिए फर्म का सशर्त मांग फलन।

(ख) लाभ फलन।

(ब) (i) लाभ फलन के गुणों पर चर्चा करें।

(ii) निम्नलिखित लागत कार्यों के लिए शेफर्ड लेम्मा का P.T.O.

उपयोग करके इनपुट (पूंजी और श्रम दोनों) के लिए  
आकस्मिक मांग की गणना करें :

$$(a) C(v, w, q) = q^{1/\beta} (v^{1-\beta} + w^{1-\beta})^{1-\beta}$$

बताएं कि इस फंक्शन का क्या होता है यदि  $\beta = 1$

$$(b) C(v, w, q) = B q^{1/(a+b)} v^{a/(a+b)} w^{b/(a+b)}$$

जहाँ  $a = 1/4$ ,  $b = 3/4$ ,  $B = 3$

[This question paper contains 16 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 4493

Unique Paper Code : 12271302

Name of the Paper : Intermediate Macroeconomics I

Name of the Course : BA (Hons.) Economics

Semester : III

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75



**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. The question paper is divided into two sections.
3. 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 दो खंडों 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

Attempt any six questions. (5 marks each)

कोई भी 6 प्रश्न हल करें (प्रत्येक 5 अंक)

1. The equation of the Phillips curve for an economy is given by :

$$\pi_t - \pi_t^e = 0.1 - 2u_t \text{ where } \pi_t^e = \pi_{t-1}$$

Where  $\pi_t$  is inflation rate and  $\pi_t^e$  is the expected rate of inflation.

How will the slope of this curve change if 60% of workers have indexed labour contracts? Derive the expectations augmented Phillips curve and explain your answer. (5)

एक अर्थव्यवस्था के लिए फिलिप्स वक्र का समीकरण निम्न द्वारा दिया गया है :

$$\pi_t - \pi_t^e = 0.1 - 2u_t \text{ जहाँ } \pi_t^e = \pi_{t-1}$$

जहाँ  $\Pi_t$  मुद्रास्फीति दर है और  $\Pi_t^e$  मुद्रास्फीति की प्रत्याशित दर है। यदि 60% श्रमिकों के पास अनुक्रमित श्रम अनुबंध हैं, तो इस वक्र का ढलान कैसे बदलेगा? प्रत्याशा संवर्धित फिलिप्स वक्र प्राप्त कीजिए और अपने उत्तर की व्याख्या कीजिए।

2. Derive and explain the relationship between price, expected price, and output from the wage setting and price setting relations. (5)

मजदूरी, निर्धारण और मूल्य निर्धारण संबंधों से मूल्य, प्रत्याशित मूल्य और उत्पादन के बीच संबंध को व्युत्पन्न और व्याख्या करें।

3. Consider the IS-LM model with government expenditure and taxation in a closed economy. A change in the income tax rate influences the equilibrium outcomes from  $(y = 3000, r = 4\%)$  to  $(y = 3500, r = 6\%)$ , where  $y, r$  denote income and rate of interest, respectively. It is given that a unit increase raises the demand for real money balance by 0.25 units. Compute the change in speculative demand for money that results from a 1% increase in

P.T.O.

the rate of interest. (Assume that all relationships are linear). (5)

एक बंद अर्थव्यवस्था में सरकारी व्यय और कराधान के साथ IS-LM मॉडल पर विचार करें। आय कर की दर में परिवर्तन संतुलन परिणामों को ( $y = 3000$ ,  $r = 4\%$ ) से ( $y = 3500$ ,  $r = 6\%$ ), में प्रवृत्त करता है, जहाँ  $y$ ,  $r$  क्रमशः आय और ब्याज दर को दर्शाता है। यह दिया गया है कि एक इकाई वृद्धि वास्तविक मुद्रा संतुलन की मांग में 0.25 इकाई की वृद्धि करती है। ब्याज दर में 1% की वृद्धि के परिणामस्वरूप पैसे की सट्टा मांग में परिवर्तन की गणना करें। (मान लें कि सभी संबंध रेखिक हैं)।

4. Ram and Sita both consume in two periods. Ram earns \$100 in the first period and \$100 in the second period. Sita earns nothing in the first period and \$210 in the second period. Both of them can borrow or lend at the interest rate  $r$ . The answer the following questions and must include diagrams and equations.

(a) You observe both Ram and Sita consuming \$100 in the first period and \$100 in the second period. What is the interest rate  $r$ ?

- (b) Suppose the interest rate increases. What will happen to Ram's consumption in the first period? Is Ram better off than before with the interest rate rise?
- (c) What will happen to Sita's consumption in the first period when the interest rate increases? Is Sita better off than before with the interest rate increase? (1+2+2)

राम और सीता दोनों उपभोग के द्वि-अवधि मॉडल में उपभोग करते हैं। राम पहली अवधि में \$100 और दूसरी अवधि में \$100 कमाता है। सीता पहली अवधि में कुछ भी नहीं कमाती है और दूसरी अवधि में \$210 डॉलर कमाती है। वे दोनों  $r$  ब्याज दर पर उधार ले सकते हैं या उधार दे सकते हैं। उत्तर में आरेख और समीकरण शामिल होने चाहिए।

- (क) आप देखते हैं कि राम और सीता दोनों पहली अवधि में \$100 और दूसरी अवधि में \$100 का उपभोग करते हैं। ब्याज दर  $r$  क्या है?

P.T.O.

(ख) मान लीजिए कि ब्याज दर बढ़ जाती है। पहली अवधि में राम के उपभोग का क्या होगा? क्या ब्याज दर बढ़ने से राम पहले से बेहतर हैं?

(ग) पहली अवधि में सीता की उपभोग का क्या होगा जब ब्याज दर बढ़ती है? क्या ब्याज दर बढ़ने से सीता पहले से बेहतर हैं?

5. Suppose that the firms' markup over marginal costs is 5%, and the wage-setting equation is  $W = P(1 - u)$ , where  $u$  is the unemployment rate.

(i) What is the real wage determined by the price-setting equation?

(ii) What is the natural rate of unemployment?

(iii) Suppose that the markup of prices over marginal costs increases to 10%. What happens to the natural rate of unemployment? Explain the logic behind your answer. (1+1+3)

मान लीजिए कि सीमांत लागत पर फर्मों का मार्कअप 5% है और मजदूरी-निर्धारण समीकरण  $W = P(1 - u)$ , है, जहां  $u$  बेरोजगारी दर है।

(i) मूल्य निर्धारण समीकरण द्वारा निर्धारित वास्तविक मजदूरी क्या है?

(ii) बेरोजगारी की प्राकृतिक दर क्या है?

(iii) मान लीजिए कि सीमांत लागत पर कीमतों का मार्कअप 10% तक बढ़ जाता है। बेरोजगारी की प्राकृतिक दर का क्या होता है? अपने उत्तर के पीछे के तर्क को स्पष्ट कीजिए।

6. Use the neoclassical model of investment to explain the impact of each of the following on the rental cost of capital and investment :

(a) Anti-inflationary monetary policy raises the real interest rate.

(b) An earthquake destroys part of the capital stock. (5)

P.T.O.

पूँजी और निवेश की लगान लागत पर निम्नलिखित में से प्रत्येक के प्रभाव की व्याख्या करने के लिए निवेश के नवशास्त्रीय मॉडल का उपयोग करें :

(क) मुद्रास्फीति विरोधी मौद्रिक नीति वास्तविक ब्याज दर बढ़ाती है।

(ख) भूकंप पूँजीगत स्टॉक के हिस्से को नष्ट कर देता है।

7. Suppose that an explicitly temporary tax credit is enacted. The tax credit is at the rate of 12% and lasts only 1 year :

(i) Differentiate between the effects of this measure on investment in the current year, following year and in the long run.

(ii) How would your answers in part (i) differ if the tax credit were permanent? (3+2)

मान लीजिए कि एक स्पष्ट रूप से अस्थायी टैक्स क्रेडिट अधिनियमित किया गया है। टैक्स क्रेडिट 12% की दर से है और केवल 1 वर्ष तक रहता है :

- (i) चालू वर्ष, अगले वर्ष और दीर्घवधि में निवेश पर इस उपाय के प्रभावों के बीच अंतर करें।
- (ii) यदि टैक्स क्रेडिट स्थायी होता तो भाग (i) में आपके उत्तर कैसे भिन्न होते?
8. "The conduct of monetary policy cannot affect the total number of point-years of excess unemployment". Discuss this statement. Explain how Fischer used the notion of credibility of monetary policy to refute this claim? (5)

"मौद्रिक नीति का संचालन अति बेरोजगारी के बिंदु-वर्षों की कुल संख्या को प्रभावित नहीं कर सकता"। इस कथन की चर्चा कीजिए। इस दावे का खंडन करने के लिए फिशर के मौद्रिक नीति की विश्वसनीयता की धारणा का उपयोग कैसे किया जाता है?

## SECTION B

Attempt any 3 questions. (15 marks each.)

कोई 3 प्रश्न हल करें। (प्रत्येक के लिए 15 अंक)

1. (a) Suppose the Phillips curve is given by

$$\pi_t = \pi_t^e + 0.2 - 5u_t \text{ where } \pi_t^e = \theta \pi_{t-1}$$

- (i) What is the natural rate of unemployment in this economy?
- (ii) For now, assume that  $\theta=0$ . What are its implications? Suppose that the government decides to lower unemployment to 3% and keep it there forever. What is the rate of inflation for  $t=100$ ? Is this realistic? If so, why?
- (iii) Assume that only for the first three periods ( $t=1$ ,  $t=2$ , and  $t=3$ ) people form their expectations using  $\theta=0$ . After the third period (i.e. from  $t=4$  onwards), people

change the way they form their expectations and  $\theta$  takes the value 1 and stays there forever. Also, the government still wants to keep unemployment at 3%. What is the rate of inflation for  $t=4, 5,$  and 6? What is the expected rate of inflation for  $t=4, 5,$  and 6? Is this setup more realistic? If so, why? (1+2,5+4)

- (b) Under the rational expectations approach of forming expectations, discuss in the short and long run, how an anticipated monetary policy expansion works as compared to an unanticipated monetary expansion. Show both mathematically and diagrammatically. (7.5)

(क) मान लीजिए फिलिप्स वक्र  $\pi_t = \pi_t^e + 0.2 - 5u_t$  दिया

गया है जहाँ  $\pi_t^e = \theta \pi_{t-1}$

- (i) इस अर्थव्यवस्था में बेरोजगारी की प्राकृतिक दर क्या है?

P.T.O.

- (ii) अभी के लिए, मान लीजिए कि  $\theta=0$ . इसके निहितार्थ क्या हैं? मान लीजिए कि सरकार बेरोजगारी को 3% तक कम करने और इसे हमेशा के लिए वहीं रखने का फैसला करती है।  $t=100$  के लिए मुद्रास्फीति की दर क्या है? क्या यह यथार्थवादी है? यदि हाँ, तो क्यों?
- (iii) मान लें कि केवल पहली तीन अवधियों ( $t=1, t=2$ , और  $t=3$ ) के लिए लोग  $\theta=0$  का उपयोग करके अपनी अपेक्षाएं बनाते हैं। तीसरी अवधि के बाद (अर्थात्  $t=4$  से आगे), लोग अपनी अपेक्षाओं को बनाने के तरीके को बदलते हैं और  $\theta=1$  का मान लेता है और हमेशा के लिए वहीं रहता है। साथ ही, सरकार अभी भी बेरोजगारी को 3% पर रखना चाहती है।  $t=4, 5$ , और  $6$  के लिए मुद्रास्फीति की दर क्या है?  $t=4, 5$ , और  $6$  के लिए मुद्रास्फीति की अपेक्षित दर क्या है? क्या यह सेटअप अधिक यथार्थवादी है? यदि हाँ, तो क्यों?

(ख) प्रत्याशा के निर्माण के तर्कसंगत प्रत्याशा दृष्टिकोण के तहत, छोटी और लंबी अवधि में एक अप्रत्याशित मौद्रिक विस्तार की तुलना में एक अनुमानित मौद्रिक नीति विस्तार कैसे काम करता है विवेचना कीजिए। गणितीय और आरेखीय दोनों तरह से दिखाएँ।

2. (a) Explain using an appropriate model why transactions demand for money increases with the square root of income and decrease with the square root of interest rate. (7.5)

(b) Determine the equilibrium portfolio choice of a 'diversifier' in the portfolio balance approach. Explain with the help of a diagram why the demand for money must decrease progressively by smaller amounts as the interest rate increases by constant increments. (3.5+4)

(क) एक उपयुक्त मॉडल का उपयोग करके बताएं कि आय के चर्च के साथ मुद्रा की मांग क्यों बढ़ती है और ब्याज दर के चर्च के साथ घटती है।

P.T.O.

(ख) पोर्टफोलियो संतुलन दृष्टिकोण में एक 'विविधता' के संतुलन पोर्टफोलियो विकल्प का निर्धारण करें। एक चित्र की सहायता से स्पष्ट कीजिए कि क्यों मुद्रा की माँग उत्तरोत्तर कम मात्रा में घटनी चाहिए क्योंकि ब्याज दर में निरंतर वृद्धि होती है।

3. (a) Using the consumption function  $U(C) = \ln C$ , derive and show how an individual's intertemporal consumption choices depend on the market rate of return and the individual's discount rate in more than two time periods framework. (7.5)

(b) "In the cross-sectional budget studies, we expect to see  $MPC < APC$ ." Prove this statement using Friedman's permanent income hypothesis.

(7.5)

(क) उपभोग फलन  $U(C) = \ln C$ , का उपयोग करते हुए पता करें और दिखाएं कि कैसे एक व्यक्ति की इंटरटेम्पोरल उपभोग विकल्प, लाभ की बाजार दर और दो से अधिक समय अवधि के ढांचे में व्यक्ति की छूट दर पर निर्भर करता है।

(ख) "कॉस-सेक्शनल बजट अध्ययनों में, हम  $MPC < APC$  देखने की उम्मीद करते हैं।" फ्रीडमैन की स्थायी आय परिकल्पना का उपयोग करके इस कथन को सिद्ध कीजिए।

4. (a) Briefly explain the neoclassical theory of investment. What is the relationship between the neoclassical theory of investment and the way firms make their investment decisions in practice?

(4+3.5)

(b) Consider two alternative expansionary economic policies. One is the introduction of an investment subsidy; the other is a decline in the rate of income tax. Explain with the help of IS-LM schedules, the impact of these alternative policies on interest rate, consumption, investment and GDP.

(7.5)

(क) निवेश के नवशास्त्रीय सिद्धांत को संक्षेप में व्याख्या करें। निवेश के नवशास्त्रीय सिद्धांत और व्यवहार में जिस तरह से फर्म अपने निवेश के फैसले करते हैं, के बीच क्या संबंध है?

P.T.O.

- (ख) दो वैकल्पिक विस्तारवादी आर्थिक नीतियों पर विचार करें। एक निवेश सब्सिडी की शुरुआत है ; दूसरा आयकर की दर में गिरावट है। IS-LM अनुसूचियों की सहायता से इन वैकल्पिक नीतियों का ब्याज दर, उपभोग, निवेश और GDP पर पड़ने वाले प्रभाव की चर्चा कीजिए।

(4000)

(10)

8

[This question paper contains 4 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 4030

Unique Paper Code : 12271501

Name of the Paper : Indian Economy - I

Name of the Course : BA Hons. Economics,  
CORE

Semester : V (CBCS)

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.
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 को मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।

P.T.O.

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

1. Compare and contrast India's performance in terms of social indicators with BRIC countries elaborating on the reasons for India's dismal performance.

(10+5)

भारत के निराशाजनक प्रदर्शन के कारणों पर विस्तार से बताते हुए ब्रिक देशों के साथ सामाजिक संकेतकों के संदर्भ में भारत के प्रदर्शन की तुलना और अंतर करें।

2. What favourable conditions led to the golden era of growth from 2003-08 and what developments led to this period coming to an end?

(8+7)

2003-08 से किन अनुकूल परिस्थितियों के कारण विकास का स्वर्णिम युग आया और किन घटनाओं के कारण यह अवधि समाप्त हुई?

3. When India began undertaking a sustained program of economic reform in the early 1990s, the country faced two gigantic failures of economic governance. What were these two failures and how did they impact India's development in the long run?

(15)

जब भारत ने 1990 के दशक की शुरुआत में आर्थिक सुधार का एक सतत कार्यक्रम शुरू किया, तो देश को आर्थिक प्रबंधन की दो बड़ी विफलताओं का सामना करना पड़ा। ये दो विफलताएं क्या थीं और उन्होंने दीर्घावधि में भारत के विकास को कैसे प्रभावित किया?

4. The case for state intervention is absolutely decisive in the case of Traditional Public Health but fairly weak in the case of primary health care. Discuss.

(15)

पारंपरिक सार्वजनिक स्वास्थ्य के मामले में राज्य के हस्तक्षेप का मामला बिल्कुल निर्णायक है लेकिन प्राथमिक स्वास्थ्य देखभाल के मामले में कमजोर है। विवेचना करें।

5. What do you understand by the term Demographic Debt? What are the areas that India needs to focus on to be able to make the most of the window of demographic opportunity India is in right now?

(3+12)

जनसांख्यिकीय ऋण शब्द से आप क्या समझते हैं? भारत अभी जिस जनसांख्यिकीय अवसर में है, उसका अधिकतम लाभ उठाने में सक्षम होने के लिए भारत को किन क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित करने की आवश्यकता है?

P.T.O.

6. Outline the major differences in the reform process between India and China. What factors have contributed towards the Chinese reform process being more successful than India? (12+3)

भारत और चीन के बीच सुधार प्रक्रिया में प्रमुख अंतरों की रूपरेखा तैयार कीजिए। चीनी सुधार प्रक्रिया के भारत से अधिक सफल होने में किन कारकों ने योगदान दिया है?

7. Debate on the pros and cons of universalization versus targeting in the context of recent social security measures in India. Discuss how NREGA has been an important tool of social security despite the challenges that exist. (6+9)

भारत में हाल के सामाजिक सुरक्षा उपायों के संदर्भ में सार्वभौमिकता बनाम सार्वभौमिकता के पक्ष और विपक्ष पर विचार विमर्श करें। विवेचना करें कि किस प्रकार मौजूदा चुनौतियों के बावजूद नरेगा सामाजिक सुरक्षा का एक महत्वपूर्ण साधन रहा है।

8. Discuss the different dimensions of inequalities that exist in India. How does the intersection of gender, location and social groups exacerbate the gaps that already exist? (12+3)

भारत में विद्यमान असमानताओं के विभिन्न आयामों की विवेचना कीजिए। लिंग, स्थान और सामाजिक समूहों का प्रतिच्छेदन पहले से मौजूद अंतरालों को कैसे बढ़ाता है?

[This question paper contains 8 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 4074

Unique Paper Code : 12271502

Name of the Paper : Development Economics - I

विकास अर्थशास्त्र - I

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

Semester : V

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

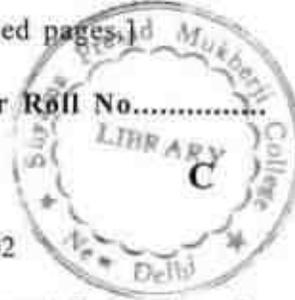
**Instructions for Candidates**

1. Write your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.
2. There are total 8 questions. Answer any 5 questions.
3. 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

P.T.O.



अनुक्रमिक लिखिए।

2. इस पत्र में 8 प्रश्न हैं। किसी भी 5 सवालों के जवाब दें।
3. सभी प्रश्नों के समान अंक 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. Can the Gross Domestic Product (GDP) be taken as a measuring rod for the development of a nation? Also, discuss the robustness of the Human Development Index (HDI) as an indicator for the same. (10,5)

क्या सकल घरेलू उत्पाद (जी.डी.पी.) को किसी राष्ट्र के विकास के मापक यंत्र के रूप में लिया जा सकता है? साथ ही विकास के संकेतक के रूप में मानव विकास सूचकांक (एच.डी.आई.) की मजबूती पर चर्चा करें।

2. Explain, drawing examples from the economies of India and China, how general structural and political economy issues influence the course of economic development of a nation. (15)

भारत और चीन की अर्थव्यवस्थाओं से उदाहरण लेते हुए स्पष्ट करें कि सामान्य संरचनात्मक और राज्यार्थ व्यवस्था के मुद्दे किसी राष्ट्र के आर्थिक विकास की प्रक्रिया को कैसे प्रभावित करते हैं।

3. Following is the income distribution in 2 societies - namely A and B :

A		B	
X	Y	X	Y
10	15	10	20
10	60	10	45
10	60	10	70

where, X = Number of individuals at a particular income level; Y = income level

- (i) Calculate the Gini coefficient and coefficient of variation in the societies A and B.
- (ii) What can be said about the inequality rankings and the Lorenz Curves of these two income distributions?
- (iii) Calculate the Flead Count Ratio in society A and in society B, if the poverty line income in both societies is 50 units per person for a given time period. (10,2,3)

P.T.O.

दो समाजों, अ और ब में आय वितरण निम्नलिखित है :

अ		ब	
X	Y	X	Y
10	15	10	20
10	60	10	45
10	60	10	70

जहाँ, X = एक विशेष आय स्तर पर व्यक्तियों की संख्या; Y = आय स्तर

- (i) समाज अ और ब में गिनी गुणांक और भिन्नता के गुणांक की गणना करें।
- (ii) इन दो आय वितरणों की असमानता रैंकिंग और लैरेंज वक्र के बारे में क्या कहा जा सकता है?
- (iii) समाज अ और समाज ब में हेड काउंट अनुपात की गणना करें, यदि दोनों समाजों में गरीबी रेखा की आय एक निश्चित समय अवधि के लिए प्रति व्यक्ति 50 यूनिट है।

4. According to the Harrod-Domar growth model, the savings rate plays a crucial role in determining the rate of growth of a country's per capita income, whereas the Solow growth model predicts that a higher

savings rate cannot lead to sustained long-term per capita economic growth in the absence of technological progress. Explicate these claims.

(15)

हेरोड-डोमर विकास मॉडल के अनुसार, बचत दर किसी देश की प्रति व्यक्ति आय की वृद्धि दर को निर्धारित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है, जबकि सोलो विकास मॉडल का कहना है कि तकनीकी प्रगति के अभाव में उच्च बचत दर से निरंतर प्रति व्यक्ति दीर्घकालिक आर्थिक विकास नहीं हो सकता है। इन दावों की व्याख्या करें।

5. (a) Explain the economic growth with technical progress arising from deliberate innovation fostered by allocating resources to R&D activity.

- (b) Explain how conditional convergence differs from unconditional convergence within the context of the Solow model of economic growth.

(10,5)

- (अ) अनुसंधान एवं विकास गतिविधि के लिए संसाधनों के आवंटन द्वारा प्रोत्साहित किए गए इच्छित नवाचार से उत्पन्न तकनीकी प्रगति के साथ आर्थिक विकास की व्याख्या करें।

P.T.O.

(ब) आर्थिक विकास के सोलो मॉडल के संदर्भ में बताएं कि शर्त अभिसरण बिना शर्त अभिसरण से कैसे भिन्न होता है।

6. Examine, employing a game theoretic model, why neither the state nor the market is uniformly successful at sustaining the common property resources. (15)

एक गेम थ्योरी मॉडल का उपयोग करते हुए, जांच करें कि क्यों न तो राज्य और न ही बाजार सामान्य संपत्ति संसाधनों को बनाए रखने में समान रूप से सफल है।

7. (a) Discuss the robustness of Coefficient of Variation as a measure of inequality.

(b) "Measuring poverty at a local level is straightforward, at the national level it is hard but manageable, but at the level of the world as a whole it is extremely difficult." Discuss.

(5,10)

(अ) असमानता के मापक के रूप में विभिन्नता गुणांक की प्रबलता की चर्चा कीजिए।

- (ब) "स्थानीय स्तर पर गरीबी को मापना सीधा है, राष्ट्रीय स्तर पर यह कठिन है लेकिन प्रबंधनीय है, लेकिन समग्र रूप से विश्व स्तर पर यह अत्यंत कठिन है।" चर्चा करें।

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

- (a) Concept of mobility matrix, drawing imaginary mobility matrices in cases of perfect mobility and perfect immobility of countries.
- (b) Distinction between the functional and personal distribution of income and its importance.
- (c) The imperative of secrecy makes corruption more distortionary than taxes.
- (d) Proximate causes for differences in incomes of nations. (7.5×2)

निम्नलिखित में से किन्हीं दो पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए :

- (अ) गतिशीलता मैट्रिक्स की अवधारणा, पूर्ण गतिशीलता और देशों की पूर्ण गतिहीनता की स्थितियों में काल्पनिक गतिशीलता मैट्रिक्स बनाएं

P.T.O.

- (ब) आय के कार्यात्मक और व्यक्तिगत वितरण और इसके महत्व के बीच भेद
- (स) गोपनीयता की अनिवार्यता करों की तुलना में भ्रष्टाचार को अधिक विकृत बनाती है
- (इ) राष्ट्रों की आय में अंतर के संभावित कारण

(5,000)

[This question paper contains 28 printed pages.]



Sr. No. of Question Paper : 4115

Unique Paper Code : 12277502\_NC

Name of the Paper : Applied Econometrics

Name of the Course : B.A. (Honours) Economics CBCS

Semester : V

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 consists of **seven** questions. Answer any **five** questions.
3. All questions carry equal marks.
4. Use of scientific calculators is allowed.
5. Statistical tables are attached for your reference.
6. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रश्न पत्र में 7 प्रश्न हैं। किन्ती 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. वैज्ञानिक कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
5. आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय सारणियां संलग्न हैं।
6. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

Qs 1. State whether following statements are true or false. Give reasons for your answer.

- (a) If the Koyck and adaptive expectations model are estimated by OLS, the estimators will be biased but consistent.  
 (b) In the logistic model

$$\frac{dP_i}{dX_i} = \beta_2 \cdot P_i(1-P_i)$$

- (c) The following regression model:

$$Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + u_i$$

has nine zero-order correlation coefficients

- (d) It is recommended to estimate the linear Cobb-Douglas production function using standardized variables  
 (e) Consider the following model:

$$Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 D_i + \alpha_3 X_i + u_i$$

where  $Y$  = annual salary of a college professor;  $X$  = years of teaching experience;  $D$  = dummy for gender. Coding dummy as  $D = 1$  for female,  $-1$  for male instead of  $1$  and  $0$  would change the interpretation of the gender dummy.

(3x5 = 15)

प्रश्न 1. बताएं कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं या गलत। अपने उत्तर के लिए कारण बताएं।

(ए) यदि OLS द्वारा कोएक और अनुकूलनीय अपेक्षा के मॉडल का अनुमान लगाया जाता है, तो अनुमानक पक्षपाती लेकिन सुसंगत होंगे।

(बी) लॉजिस्टिक मॉडल में

$$\frac{dP_i}{dx_i} = \beta_2 \cdot P_i(1-P_i)$$

(सी) निम्नलिखित प्रतिगमन मॉडल:

$$Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 X_{2i} + \alpha_3 X_{3i} + u_i$$

में नौ शून्य-क्रम सहसंबंध गुणांक हैं

(डी) मानकीकृत चर का उपयोग करके रेखिक कोब-डगलस उत्पादन फलन का अनुमान लगाने की सिफारिश की जाती है

(ई) निम्नलिखित मॉडल पर विचार करें:

$$Y_i = \alpha_1 + \alpha_2 D_i + \alpha_3 X_i + u_i$$

जहाँ Y = कॉलेज के प्रोफेसर का वार्षिक वेतन; X = शिक्षण अनुभव के वर्ष; D = लिंग के लिए डमी। कोडिंग डमी D = 1 और 0 की जगह, महिला के लिए 1, पुरुष के लिए -1, व्याख्या को बदल देगा।

Qs 2. (a) A researcher estimated the following demand function for gasoline for 18 countries for the time period 2000-2018.

$$\ln Y_{it} = \beta_{1t} + \beta_2 \ln X_{2it} + \beta_3 \ln X_{3it} + U_{it}$$

Where Y = demand for gasoline products per car (in gallons),  
X<sub>2</sub> = real income per capita (in dollars), X<sub>3</sub> = price of gasoline per gallon (in dollars), i = country and t = time. The model was estimated using REM method.

$$\begin{array}{l} \ln Y_{it} = 1.82 + 0.54 \ln X_{2it} - 0.43 \ln X_{3it} \\ SE \quad 0.178 \quad 0.057 \quad 0.039 \\ P \quad 0.0000 \quad 0.0000 \quad 0.0000 \end{array}$$

- Interpret the coefficients and comment on their significance. Also comment on the value of  $\beta_1$
- Discuss the REM method of estimation, state clearly the assumptions made by this approach. What are the likely problems that maybe encountered while using this model and what is the solution?
- HAUSMAN test was also conducted, and the statistic was found to be 26.49

Using HAUSMAN test which model would you prefer- fixed effects or random effects? State clearly the null and the alternate hypothesis. (7)

(b) Consider a cross-sectional model of petroleum consumption by state:

$$pcons_i = B_0 + B_1 Reg_i + B_2 price_i + \varepsilon_i; N=50$$

where pcons = petroleum consumption in the  $i^{th}$  state

reg = motor vehicle registrations in the  $i^{th}$  state

price = price of petrol in the  $i^{th}$  state

(i) To investigate the possibility of heteroscedasticity caused by variation in the size of the states, explain the steps in Breusch-Pagan methodology.

(ii) If the estimated  $R^2 = 0.197$  for the auxiliary regression, what do you conclude? State the null and alternate hypotheses clearly. Use a 5% level of significance.

(iii) If the test shows evidence of heteroscedasticity, what should be the remedial solution? (8)

प्रश्न 2. (ए) एक शोधकर्ता ने 2000-2018 की अवधि के लिए 18 देशों के लिए गैसोलीन के लिए निम्नलिखित मांग फलन का अनुमान लगाया।

$$\ln Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 \ln X_{2it} + \beta_3 \ln X_{3it} + U_{it}$$

जहाँ  $Y$  = प्रति कार गैसोलीन उत्पादों की मांग (गैलन में),

$X_2$  = प्रति व्यक्ति वास्तविक आय (डॉलर में),  $X_3$  = गैसोलीन की कीमत प्रति गैलन (डॉलर में),  $i$  = देश और  $t$  = समय। REM पद्धति का उपयोग करके मॉडल का अनुमान लगाया गया था।

$\ln Y_{it}$	=	1.82	+ 0.54	$\ln X_{2it}$	- 0.43	$\ln X_{3it}$
SE		0.178		0.057		0.039
P		0.0000		0.0000		0.0000

(i) गुणांकों की व्याख्या कीजिए और उनके महत्व पर टिप्पणी कीजिए।  $\beta_1$  के मान पर भी टिप्पणी करें

(ii) अनुमान की REM पद्धति की चर्चा कीजिए, इस उपागम द्वारा की गई धारणाओं को स्पष्ट रूप से बताइए। इस मॉडल का उपयोग करते समय किन संभावित समस्याओं का सामना करना पड़ सकता है और इसका समाधान क्या है?

(iii) हौसमैन परीक्षण भी आयोजित किया गया था, और आँकड़ा 26.49 पाया गया था। हौसमैन परीक्षण का उपयोग करके आप कौन सा मॉडल पसंद करेंगे- निश्चित प्रभाव या यादृच्छिक प्रभाव? स्पष्ट रूप से शून्य और वैकल्पिक परिकल्पना बताएं।

(बी) राज्य द्वारा पेट्रोलियम खपत के एक क्रॉस-सेक्शनल मॉडल पर विचार करें:

$$pcons_t = B_0 + B_1 Reg_t + B_2 price_t + \varepsilon_t; N=50$$

जहाँ  $pcons$  =  $i^{\text{th}}$  राज्य में पेट्रोलियम की खपत  
 $reg$  =  $i^{\text{th}}$  राज्य में मोटर वाहन पंजीकरण  
 कीमत =  $i^{\text{th}}$  राज्य में पेट्रोल की कीमत

(i) राज्यों के आकार में भिन्नता के कारण विषम विचालिता की संभावना की जांच करने के लिए, ब्रूस-पैगन पद्धति में सोपानों की व्याख्या करें।

(ii) यदि सहायक प्रतिगमन के लिए अनुमानित  $R^2 = 0.197$  है, तो आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं? शून्य और वैकल्पिक परिकल्पनाओं को स्पष्ट रूप से बताएं। महत्व के 5% स्तर का प्रयोग करें।

(iii) यदि परीक्षण विषमलैंगिकता का प्रमाण दिखाता है, तो उपचारात्मक समाधान क्या होना चाहिए?

Qs 3 (a) Consider the following two regression models:

Model 1:  $wage = \beta_1 + \beta_2 female + \beta_3 nonwhite + \beta_4 union + \beta_5 education + \beta_6 experience + U$

Model 2:  $lnwage = \beta_1 + \beta_2 female + \beta_3 nonwhite + \beta_4 union + \beta_5 education + \beta_6 experience + U$

- (i) How would you compare the results of the linear wage function with the semi-log wage function? Outline the procedure to choose which functional form better fits the data.
- (ii) If geometric mean of wage = 10.40634, RSS for the log-lin model is 289.766303, RSS for the linear model is 501.815062, and  $N = 1289$ , what do you conclude about which functional form fits the data better? (8)

(b) Consider the following Keynesian model of income determination:

Consumption function

$$C_t = \lambda_0 + \lambda_1 Y_t + u_t$$

Income identity

$$Y_t = C_t + I_t$$

$$I_t = S_t$$

Where  $Y$  = Income

$S$  = Savings

$C$  = Consumption expenditure

$I$  = Investment (exogenous)

$$E(u_t) = 0, E(u_t^2) = \sigma^2, E(u_t u_{t+j}) = 0 \text{ (for } j \neq 0), \text{ cov}(I_t, u_t) = 0$$

- (i) Is the OLS estimator for  $\lambda_1$  consistent? Explain your answer.  
 (ii) Show that the covariances of the stochastic explanatory variable  $Y_t$  with the disturbance term,  $u_t$  is not equal to zero. (7)

प्रश्न 3 (ए) निम्नलिखित दो प्रतिगमन मॉडल पर विचार करें:

$$\text{Model 1: } wage = \beta_1 + \beta_2 female + \beta_3 nonwhite + \beta_4 union + \beta_5 education + \beta_6 experience + U$$

$$\text{Model 2: } \ln wage = \beta_1 + \beta_2 female + \beta_3 nonwhite + \beta_4 union + \beta_5 education + \beta_6 experience + U$$

(i) आप लीनियर वेज फंक्शन के परिणामों की सेमी-लॉग वेज फंक्शन के साथ तुलना कैसे करेंगे? यह चुनने की प्रक्रिया की रूपरेखा तैयार करें कि कौन सा कार्यात्मक रूप डेटा को बेहतर ढंग से फिट करता है।

(ii) यदि वेतन का ज्यामितीय माध्य = 10.40634, लॉग-लिन मॉडल के लिए RSS 289.766303 है, रैखिक मॉडल के लिए RSS 501.815062 है, और  $N = 1289$ , आप क्या निष्कर्ष निकालते हैं कि कौन सा कार्यात्मक रूप डेटा को बेहतर ढंग से फिट करता है?

(बी) आय निर्धारण के निम्नलिखित कीनेसियन मॉडल पर विचार करें:

उपभोग फलन

$$C_t = \lambda_0 + \lambda_1 Y_t + u_t$$

आय समानता

$$Y_t = C_t + I_t$$

$$I_t = S_t$$

जहाँ  $Y$  = आय

$S$  = बचत

$C$  = उपभोग व्यय

$I$  = निवेश (बहिर्जात)

$$E(u_t) = 0, E(u_t^2) = \sigma^2, E(u_t u_{t+j}) = 0 \text{ (for } j \neq 0), \text{ cov}(I_t, u_t) = 0$$

- (i) क्या  $\lambda_1$  के लिए OLS अनुमानक संगत है? अपने उत्तर की व्याख्या करें।  
(ii) दिखाएँ कि स्टोकेस्टिक व्याख्यात्मक चर  $Y_t$  के विक्षोभ पद के साथ सहप्रसरण,  $u_t$  शून्य के बराबर नहीं है।

Qs 4. (a) Consider the following model:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t^* + u_t \quad (1)$$

Where  $Y_t$  = Current consumption expenditure

$X_t^*$  = Permanent income

$u_t$  = Disturbance term

Assume all assumptions of CLRM are satisfied but instead of observing  $X_t^*$ , we observe

$$X_t = X_t^* + \varepsilon_t$$

where  $\varepsilon_t$  represents errors of measurement in  $X_t^*$ . Therefore, instead of estimating Eq. (1), we estimate

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + u_t$$

- (i) Does this measurement of error leads to violation of any assumption of CLRM?  
(ii) What are the consequences of this error of measurement on the OLS estimators? Show the inconsistency of slope coefficient using plim. (7)

(b) In a standard regression model with  $y = X\beta + u$  and  $\text{var}(u) = \sigma^2 I$ , and OLS estimator  $b = (X'X)^{-1}X'y$

- (i) Prove that  $b$  is an unbiased estimator of  $\beta$ .  
(ii) Derive the variance of  $b$  and prove its efficiency.  
(iii) What do you understand by mean prediction and variance of prediction? (8)

प्रश्न 4. (ए) निम्नलिखित मॉडल पर विचार करें:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t^* + u_t$$

जहाँ  $Y_t$  = वर्तमान उपभोग व्यय

$X_t^*$  = स्थायी आय

$u_t$  = विक्षोभ शब्द.

मान लें कि CLRM की सभी मान्यताएँ संतुष्ट हैं, लेकिन  $X_t^*$  अवलोकन के बदले, हम देखते हैं

$$X_t = X_t^* + \varepsilon_t$$

जहाँ  $\varepsilon_t$ ,  $X_t^*$  में माप की त्रुटियों का प्रतिनिधित्व करता है। इसलिए, Eq (1) का अनुमान लगाने के बदले, हम अनुमान लगाते हैं

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + u_t$$

- (i) क्या त्रुटि के इस मापन से CLRM की किसी धारणा का उल्लंघन होता है?
- (ii) माप की इस त्रुटि के OLS अनुमानकों पर क्या परिणाम होते हैं? प्लिम का उपयोग करके ढलान गुणांक की असंगति दिखाएं।
- (बी) एक मानक प्रतिगमन मॉडल में  $y = X\beta + u$  और  $\text{var}(u) = \sigma^2 I$ , OLS अनुमानक
- $$b = (X'X)^{-1}X'y$$

- (i) सिद्ध कीजिए कि  $b$ ,  $\beta$  का एक निष्पक्ष अनुमानक है।
- (ii)  $b$  का विभेद व्युत्पन्न कीजिए और इसकी दक्षता सिद्ध कीजिए।
- (iii) औसत भविष्यवाणी और भविष्यवाणी के विभेद से आप क्या समझते हैं?

Os 5. (a) Suppose consumption (C) is linearly related to permanent income ( $Y^*$ )

$$C_t = \beta_1 + \beta_2 Y_t^* + u_t$$

Since  $Y_t^*$  is not directly observable, adaptive expectation hypothesis is adopted  
i.e.  $Y_t^* - Y_{t-1}^* = \gamma(Y_t - Y_{t-1}^*)$  where  $0 < \gamma \leq 1$  and obtained the following equation:

$$C_t = \alpha_1 + \alpha_2 Y_t + \alpha_3 C_{t-1} + \varepsilon_t$$

The above equation is estimated for the period 1967-1993 and following are the results

$$\hat{C}_t = 1038.403 + 0.4043Y_t + 0.5009C_{t-1}$$

$$\text{(se)} \quad (2501.455) \quad (0.0919) \quad (0.1213)$$

$$\text{(t)} \quad (0.4151) \quad (4.3979) \quad (4.1293)$$

$$R^2 = 0.8409 \quad d = 1.4162 \quad F = 1298.466$$

- (i) Derive the transformed model using adaptive expectation hypothesis.
- (ii) Calculate the coefficient of expectation and interpret it.
- (iii) What is short run MPC and MPC out of permanent income? Interpret them. (7)

(b) The logit model was estimated using data on 2000 households to determine car ownership as a function of income (The method of maximum likelihood was used). Car ownership was a binary variable;  $Y=1$  if a household owns a car, 0 otherwise. The unit of measurement for income was thousands of dollars. The following results were obtained

$$\begin{aligned} \hat{C}_t &= -1.323 + 0.4243 \ln \text{Income} \\ t &= t(3.2)(5.71) \\ LR \text{ statistic} &= 14.812 \end{aligned}$$

- i) Interpret the co-efficient of  $\beta_2$
  - ii) Find the probability of the person owning a car at the income level of a) 40,000\$ and b) 50,000\$
  - iii) What is the rate of change of probability at the income of 50,000\$
  - iv) Comment on the statistical significance of the estimated logit model (8)
- प्रश्न 5. (ए) मान लीजिए उपभोग (C) स्थायी आय ( $Y^*$ ) से रेखिक रूप से संबंधित है

$$C_t = \beta_1 + \beta_2 Y_t^* + u_t$$

चूंकि  $Y_t^*$  प्रत्यक्ष रूप से अवलोकनीय नहीं है, इसलिए अनुकूलिय अपेक्षा परिकल्पना को अपनाया जाता है यानी  $Y_t^* - Y_{t-1}^* = \gamma(Y_t^* - Y_{t-1}^*)$  जहां  $0 < \gamma \leq 1$  और निम्नलिखित समीकरण प्राप्त किया:

$$C_t = \alpha_1 + \alpha_2 Y_t + \alpha_3 C_{t-1} + \varepsilon_t$$

उपरोक्त समीकरण 1967-1993 की अवधि के लिए अनुमानित है और परिणाम निम्नलिखित हैं:

$$\begin{aligned} \hat{C}_t &= 1038.403 + 0.4043Y_t + 0.5009C_{t-1} \\ (se) &(2501.455) (0.0919) (0.1213) \\ (t) &(0.4151) (4.3979) (4.1293) \\ R^2 &= 0.8409 \quad d = 1.4162 \quad F = 1298.466 \end{aligned}$$

- (i) अनुकूलिय अपेक्षा परिकल्पना का उपयोग करते हुए रूपांतरित मॉडल को व्युत्पन्न कीजिए।
- (ii) अपेक्षा के गुणांक की गणना करें और इसकी व्याख्या करें।
- (iii) स्थायी आय में से MPC और अल्पकालीन MPC क्या है? उनकी व्याख्या करें।

(बी) आय के एक फलन के रूप में कार के स्वामित्व को निर्धारित करने के लिए 2000 परिवारों पर डेटा का उपयोग करके लॉगिट मॉडल का अनुमान लगाया गया था (अधिकतम संभावना की विधि का उपयोग किया गया था)। कार का स्वामित्व एक द्विआधारी चर था;  $Y=1$  यदि किसी परिवार के पास कार है, तो 0 अन्यथा। आय की माप की इकाई हजारों डॉलर थी। अग्रकृत परिणाम प्राप्त किए गए थे

$$\begin{aligned} \hat{C}_t &= -1.323 + 0.4243 \ln \text{Income} \\ t &= t(3.2)(5.71) \\ LR \text{ statistic} &= 14.812 \end{aligned}$$

- (i)  $\beta_2$  के गुणांक की व्याख्या करें
- (ii) a) 40,000\$ और b) 50,000\$ के आय स्तर पर कार रखने वाले व्यक्ति की प्रायिकता ज्ञात कीजिए
- (iii) 50,000\$ की आय पर संभाव्यता के परिवर्तन की दर क्या है
- (iv) अनुमानित लॉजिट मॉडल के सांख्यिकीय महत्व पर टिप्पणी करें

Qs. 6 (a) An OLS estimate of the rate of return to education is,

$$Lwage = \beta_0 + \beta_1 education + u$$

Suppose education and error term are related. A commonly used instrument for education is parental education i.e., mother's education.

(i) State and explain the conditions required for mother's education to be a good instrument for education. Using an example, explain the difference between a proxy variable and an instrumental variable.

(ii) Derive the IV estimator for  $\beta_1$  and prove its consistency.

(iii) Suppose  $N=50$ ,  $\Sigma Z = 50$ ,  $\Sigma Y = 150$ ,  $\Sigma X = 150$ ,  $\Sigma ZX = 300$ ,  $\Sigma ZY = 200$

Obtain the IV estimator of  $\beta_1$ .

(7)

(b) Given the following information,

$$X'X = \begin{pmatrix} 20 & 5 \\ 51 & 16.25 \end{pmatrix}; X'y = \begin{pmatrix} 25 \\ 66 \end{pmatrix}; y'y = 538.8$$

- (i) Calculate the OLS estimator of  $\beta$ ,  $\hat{\beta}$
- (ii) Calculate the estimated variance-covariance matrix of  $\hat{\beta}$ .
- (iii) Conduct the following hypothesis tests at the 5% significance level

$$H_0: \beta_1 = 0 \quad \text{Vs} \quad H_1: \beta_1 \neq 0$$

(8)

प्रश्न 6 (ए) शिक्षा में प्रतिफल की दर का एक OLS अनुमान है,

$$Lwage = \beta_0 + \beta_1 education + u$$

मान लीजिए शिक्षा और ट्रुटि शब्द जुड़े हुए हैं। शिक्षा के लिए आमतौर पर इस्तेमाल किया जाने वाला साधन माता-पिता की शिक्षा यानी माँ की शिक्षा है।

(i) शिक्षा का एक अच्छा साधन बनने हेतु माँ की शिक्षा के लिए आवश्यक शर्तों को बताएं और समझाएं। एक उदाहरण का प्रयोग करते हुए, छद्म चर और एक यांत्रिक चर के बीच अंतर स्पष्ट करें।

(ii)  $\beta_1$  के लिए IV अनुमानक व्युत्पन्न कीजिए और इसकी संगतता सिद्ध कीजिए।  
 (iii) मान लीजिए  $N=50$ ,  $\Sigma Z=50$ ,  $\Sigma Y=150$ ,  $\Sigma X=150$ ,  $\Sigma ZX=300$ ,  $\Sigma ZY=200$   
 $\beta_1$  का IV अनुमानक प्राप्त करें।

(बी) निम्नलिखित जानकारी के रहते हुए

$$X'X = \begin{pmatrix} 20 & 5 \\ 51 & 16.25 \end{pmatrix}; X'y = \begin{pmatrix} 25 \\ 66 \end{pmatrix}; y'y = 538.8$$

- (i)  $\beta$ ,  $\hat{\beta}$  के OLS अनुमानक की गणना करें  
 (ii)  $\beta$  के अनुमानित प्रसरण-सहप्रसरण मैट्रिक्स की गणना करें।  
 (iii) 5% महत्व स्तर पर निम्नलिखित परिकल्पना परीक्षण करें  
 $H_0: \beta_1 = 0$  Vs  $H_1: \beta_1 \neq 0$

Qs 7 (a) A research estimated the following demand function for taxis for 4 cities (Delhi, Mumbai, Bangalore and Calcutta) of India over the period 2009-2017.

$$Q_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2i}P_{it} + U_{it}$$

Where Q= Kms of taxi rides demanded per capita, P= price of taxis per Km. Table 1 gives the results using LSDV model and table 2 gives the results using Within Group Estimators of the demand function.

Table 1				
Dependent Variable: Y Method: LSDV Sample: 2009-2017 Periods Included: 9 Cross Sections Included: 4				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
Price	-0.015	0.001	15.00	0.0000
Delhi Dummy	-1.535	0.054	28.425	0.0000
Mumbai Dummy	-1.62	0.037	43.78	0.0000
Bangalore Dummy	-0.833	0.028	29.75	0.0000
C	3.911	0.15	26.07	0.0000
R-squared	0.90			

Table 2				
Dependent Variable: Y Method: Within Group Estimator Sample: 2009-2017 Periods Included: 9 Cross Sections Included: 4				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
Price	-0.015	0.001	15.00	0.0000
R-squared	0.87			

- i) Interpret the fixed effect estimates in the table 1.
- ii) Conduct the appropriate test to find out whether the fixed effects method is better than the OLS pooled model for this sample if it is given that  $R^2$  for the pooled regression is 0.815. Clearly write the null and the alternate hypothesis.
- iii) Briefly explain why the Within Group Estimator Regression Model passes through the origin. Also explain how fixed effect estimators can be obtained from the Within Group Estimators.

- (b) Write down the steps for estimating the probit model for the grouped data
- How can the model be used for calculating the probabilities?
  - Using the group data for 1080 households ( $Y=1$  housing loan taken, 0 otherwise), the following probit model was estimated with housing loan being a function of income (both measured in lakhs of rupees)

$$I = -1.021 + 0.0383Income$$

$$t = (-17.2) \quad (19.55)$$

$$R^2 = 0.9795$$

- iii) Find the estimated probability at the income level of 30 lakhs  
How can the changes in probability be estimated? (7)

प्रश्न 7 (ए) एक शोध ने 2009-2017 की अवधि में भारत के 4 शहरों (दिल्ली, मुंबई, बेंगलोर और कलकत्ता) के लिए टैक्सियों के लिए निम्नलिखित मांग फलन का अनुमान लगाया।

$$Q_{it} = \beta_{1i} + \beta_{2}P_{it} + U_{it}$$

जहां  $Q$  = Kms प्रति व्यक्ति टैक्सी सवारी की मांग,  $P$  = प्रति किलोमीटर टैक्सियों की कीमत।  
तालिका 1 LSDV मॉडल का उपयोग करके परिणाम देती है और तालिका 2 मांग फलन के अंतर्गत समूह अनुमानकों का उपयोग करके परिणाम देती है।

Table 1				
Dependent Variable: Y				
Method: LSDV				
Sample: 2009-2017				
Periods Included: 9				
Cross Sections Included: 4				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
Price	-0.015	0.001	15.00	0.0000
Delhi Dummy	-1.535	0.054	28.425	0.0000
Mumbai Dummy	-1.62	0.037	43.78	0.0000
Bangalore Dummy	-0.833	0.028	29.75	0.0000
C	3.911	0.15	26.07	0.0000
R-squared	0.90			

Table 2				
Dependent Variable: Y Method: Within Group Estimator Sample: 2009-2017 Periods Included: 9 Cross Sections Included: 4				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
Price	-0.015	0.001	15.00	0.0000
R-squared	0.87			

i) तालिका 1 में निश्चित प्रभाव अनुमानों की व्याख्या करें।  
ii) यह पता लगाने के लिए उपयुक्त परीक्षण का संचालन करें कि क्या इस नमूने के लिए OLS पूल मॉडल की तुलना में निश्चित प्रभाव विधि बेहतर है यदि यह दिया गया है कि पूल प्रतिगमन के लिए  $R^2$ , 0.815 है। शून्य और वैकल्पिक परिकल्पना को स्पष्ट रूप से लिखें।

iii) संक्षेप में बताएं कि विदिन ग्रुप एस्टीमेटर रिग्रेशन मॉडल मूल से क्यों गुजरता है। यह भी बताएं कि विदिन ग्रुप एस्टीमेटर के भीतर से फिक्स्ड इफेक्ट एस्टीमेटर कैसे प्राप्त किए जा सकते हैं।

(बी) समूहीकृत डेटा के लिए प्रोबिट मॉडल के आकलन के सोपान को लिखें

(i) संभावनाओं की गणना के लिए मॉडल का उपयोग कैसे किया जा सकता है?

(ii) 1080 परिवारों के लिए समूह डेटा का उपयोग करते हुए ( $Y = 1$  लिया गया आवास ऋण, 0 अन्यथा), आवास ऋण आय का एक फलन है के साथ निम्नलिखित प्रोबिट मॉडल का अनुमान लगाया गया था (दोनों लाखों रुपये में मापा जाता है)

$$l = -1.021 + 0.0383Income$$

$$t = (-17.2) \quad (19.55)$$

$$R^2 = 0.9795$$

30 लाख के आय स्तर पर अनुमानित प्रायिकता ज्ञात कीजिए

(iii) प्रायिकता में परिवर्तन का आकलन कैसे किया जा सकता है?

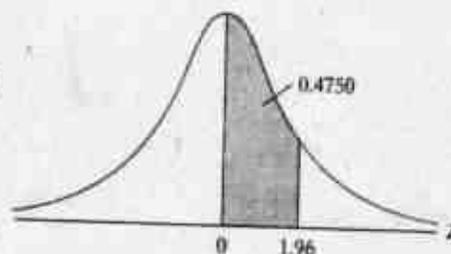
878 Appendix D Statistical Tables

**TABLE D.1**  
Areas Under the  
Standardized Normal  
Distribution

Example

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

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



Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
0.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4454	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

Note: This table gives the area in the right-hand tail of the distribution (i.e.,  $Z \geq 0$ ). But since the normal distribution is symmetrical about  $Z = 0$ , the area in the left-hand tail is the same as the area in the corresponding right-hand tail. For example,  $\Pr(-1.96 \leq Z \leq 0) = 0.4750$ . Therefore,  $\Pr(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 2(0.4750) = 0.95$ .

**TABLE D.2**  
Percentage Points of  
the *t* Distribution

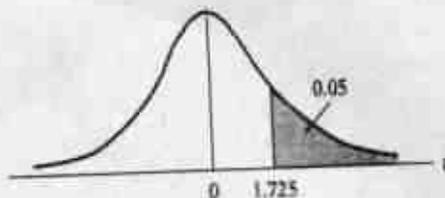
Source: Fines F. S. Pearson and  
H. O. Hartley, eds., *Biometrical  
Tables for Statisticians*, vol. 1,  
3rd ed., table 12, Cambridge  
University Press, New York,  
1966. Reproduced by  
permission of the editors and  
translators of *Biometrika*.

**Example**

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

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

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



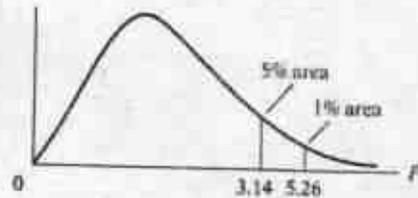
Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
df	0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.010	0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	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.

**TABLE D.3** Upper Percentage Points of the *F* Distribution

Example

- $Pr(F > 1.59) = 0.25$
  - $Pr(F > 2.42) = 0.10$
  - $Pr(F > 3.14) = 0.05$
  - $Pr(F > 5.26) = 0.01$
- for  $df N_1 = 10$   
and  $N_2 = 9$



df for denominator $N_2$	df 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	39.9	49.5	53.6	55.8	57.2	58.2	58.9	59.4	59.9	60.2	60.5	60.7
	.05	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
	.01	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4
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	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
	.01	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4
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	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74
	.01	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	27.1	27.1
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	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	14.4	14.4
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	4.86	4.82	4.77	4.74	4.71	4.68
	.01	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	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	13.7	10.9	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	12.2	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	2.75	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	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67
9	.25	1.51	1.62	1.63	1.63	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.58
	.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.40	2.38
	.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07
	.01	10.6	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, 3d ed., table 18, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	$N_2$
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
61.2	61.7	62.0	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0	63.1	63.2	63.3	63.3	.10	1
246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	254	254	.05	1
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	2
19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	.05	2
99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	.01	2
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	3
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	3
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	3
26.9	26.7	26.6	26.5	26.4	26.4	26.3	26.2	26.2	26.2	26.1	26.1	.01	3
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	4
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	4
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	4
14.2	14.0	13.9	13.8	13.7	13.7	13.7	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5	.01	4
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	5
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	5
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	5
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	5
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	6
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	6
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	6
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	6
1.68	1.67	1.67	1.66	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	.25	7
2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.52	2.51	2.50	2.49	2.48	2.48	2.47	.10	7
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	7
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	7
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	8
2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34	2.32	2.32	2.31	2.30	2.29	.10	8
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	8
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	8
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	9
2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.22	2.21	2.19	2.18	2.17	2.17	2.16	.10	9
3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.79	2.76	2.75	2.73	2.72	2.71	.05	9
4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.48	4.42	4.40	4.36	4.33	4.31	.01	9

(Continued)

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the *F* Distribution (Continued)

df for denominator $N_2$	Pr	df for numerator $N_1$											
		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	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71
11	.25	1.47	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.53	1.52	1.52	1.51
	.10	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21
	.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79
	.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40
12	.25	1.46	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.51	1.50	1.50	1.49
	.10	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.17	2.15
	.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69
	.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16
13	.25	1.45	1.55	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47
	.10	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.12	2.10
	.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60
	.01	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96
14	.25	1.44	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45
	.10	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.08	2.05
	.05	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53
	.01	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80
15	.25	1.43	1.52	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45	1.44	1.44
	.10	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02
	.05	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48
	.01	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67
16	.25	1.42	1.51	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.44	1.44	1.43
	.10	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.01	1.99
	.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42
	.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55
17	.25	1.42	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.43	1.42	1.41
	.10	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.98	1.96
	.05	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38
	.01	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46
18	.25	1.41	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.41	1.40
	.10	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.96	1.93
	.05	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34
	.01	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37
19	.25	1.41	1.49	1.49	1.47	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40
	.10	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.94	1.91
	.05	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31
	.01	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30
20	.25	1.40	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39
	.10	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.92	1.89
	.05	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28
	.01	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23

df for numerator $N_1$													df 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	
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	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	
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	11
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	
2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.97	1.96	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	.10	12
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	
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	13
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	
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	14
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	
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	15
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	
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	16
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	
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	17
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	
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	18
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	1.32	1.31	1.31	.25	
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	19
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	2.53	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	
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	20
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	

(Continued)

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the  $F$  Distribution (Continued)

df for denominator $N_2$	Pr	df for numerator $N_1$											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	.25	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.37
	.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.86
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
	.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12
24	.25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.37	1.36
	.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
	.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.21	2.18
	.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03
26	.25	1.38	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.35
	.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.84	1.81
	.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15
	.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96
28	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34
	.10	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
	.05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12
	.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90
30	.25	1.38	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34
	.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
	.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09
	.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84
40	.25	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31
	.10	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.73	1.71
	.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00
	.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66
60	.25	1.35	1.42	1.41	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29
	.10	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66
	.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92
	.01	7.08	4.98	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

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	
1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.30	1.29	1.29	1.28	.25	
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	22
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	
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	24
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	
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	26
2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.80	1.76	1.75	1.73	1.71	1.69	.05	
2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.36	2.33	2.25	2.23	2.19	2.16	2.13	.01	
1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.27	1.26	1.25	1.25	1.24	1.24	.25	
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	28
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	
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	30
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	
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	40
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	
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	60
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	
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	120
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	
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	200
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	
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	$\infty$
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	

886 Appendix D Statistical Tables

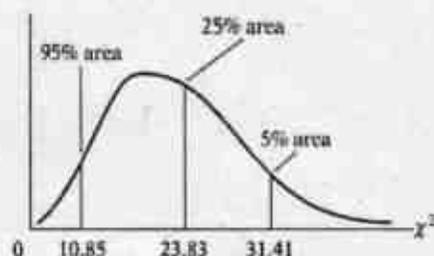
**TABLE D.4**  
Upper Percentage  
Points of the  $\chi^2$   
Distribution

**Example**

$$\Pr(\chi^2 > 10.85) = 0.95$$

$$\Pr(\chi^2 > 23.83) = 0.25 \quad \text{for } df = 20$$

$$\Pr(\chi^2 > 31.41) = 0.05$$



Degrees of freedom	.995	.990	.975	.950	.900
1	$392704 \times 10^{-10}$	$157088 \times 10^{-8}$	$982069 \times 10^{-8}$	$393214 \times 10^{-8}$	.0157908
2	.0100251	.0201007	.0506356	.102587	.210720
3	.0717212	.114832	.215795	.351846	.584375
4	.206990	.297110	.484419	.710721	1.063623
5	.411740	.554300	.831211	1.145476	1.61031
6	.675727	.872085	1.237347	1.63539	2.20413
7	.989265	1.239043	1.68987	2.16735	2.83311
8	1.344419	1.646482	2.17973	2.73264	3.48954
9	1.734926	2.087912	2.70039	3.32511	4.16816
10	2.15585	2.55821	3.24697	3.94030	4.86518
11	2.60321	3.05347	3.81575	4.57481	5.57779
12	3.07382	3.57056	4.40379	5.22603	6.30380
13	3.56503	4.10691	5.00874	5.89186	7.04150
14	4.07468	4.66043	5.62872	6.57063	7.78953
15	4.60094	5.22935	6.26214	7.26094	8.54675
16	5.14224	5.81221	6.90766	7.96164	9.31223
17	5.69724	6.40776	7.56418	8.67176	10.0852
18	6.26481	7.01491	8.23075	9.39046	10.8649
19	6.84398	7.63273	8.90655	10.1170	11.6509
20	7.43386	8.26040	9.59083	10.8508	12.4426
21	8.03366	8.89720	10.28293	11.5913	13.2396
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	14.0415
23	9.26042	10.19567	11.6885	13.0905	14.8479
24	9.88623	10.8564	12.4011	13.8484	15.6587
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	16.4734
26	11.1603	12.1981	13.8439	15.3791	17.2919
27	11.8076	12.8786	14.5733	16.1513	18.1138
28	12.4613	13.5648	15.3079	16.9279	18.9392
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7083	19.7677
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4926	20.5992
40	20.7065	22.1643	24.4331	26.5093	29.0505
50	27.9907	29.7067	32.3574	34.7642	37.6886
60	35.5346	37.4848	40.4817	43.1879	46.4589
70	43.2752	45.4418	48.7576	51.7393	55.3290
80	51.1720	53.5400	57.1532	60.3915	64.2770
90	59.1963	61.7541	65.6466	69.1260	73.2912
100*	67.3276	70.0648	74.2219	77.9295	82.3581

\*For  $df$  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
.1015308	.454937	1.32330	2.70554	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944
.575364	1.38629	2.77259	4.60517	5.99147	7.37776	9.21034	10.5966
1.212534	2.36597	4.10835	6.25139	7.81473	9.34840	11.3449	12.8381
1.92255	3.35670	5.38527	7.77944	9.48773	11.1433	13.2767	14.8602
2.67460	4.35146	6.62568	9.23635	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
3.45460	5.34812	7.84080	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476
4.25485	6.34581	9.03715	12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
5.07064	7.34412	10.2188	13.3616	15.5073	17.5346	20.0902	21.9550
5.89883	8.34283	11.3887	14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893
6.73720	9.34182	12.5489	15.9871	18.3070	20.4831	23.2093	25.1882
7.58412	10.3410	13.7007	17.2750	19.6751	21.9200	24.7250	26.7569
8.43842	11.3403	14.8454	18.5494	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995
9.29906	12.3398	15.9839	19.8119	22.3621	24.7356	27.6883	29.8194
10.1653	13.3393	17.1170	21.0642	23.6848	26.1190	29.1413	31.3193
11.0365	14.3389	18.2451	22.3072	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013
11.9122	15.3385	19.3688	23.5418	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672
12.7919	16.3381	20.4887	24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185
13.6753	17.3379	21.6049	25.9894	28.8693	31.5264	34.8053	37.1564
14.5620	18.3376	22.7178	27.2036	30.1435	32.8523	36.1908	38.5822
15.4518	19.3374	23.8277	28.4120	31.4104	34.1696	37.5662	39.9968
16.3444	20.3372	24.9348	29.6151	32.6705	35.4789	38.9321	41.4010
17.2396	21.3370	26.0393	30.8133	33.9244	36.7807	40.2894	42.7956
18.1373	22.3369	27.1413	32.0069	35.1725	38.0757	41.6384	44.1813
19.0372	23.3367	28.2412	33.1963	36.4151	39.3641	42.9798	45.5585
19.9393	24.3366	29.3389	34.3816	37.6525	40.6465	44.3141	46.9278
20.8434	25.3364	30.4345	35.5631	38.8852	41.9232	45.6417	48.2899
21.7494	26.3363	31.5284	36.7412	40.1133	43.1944	46.9630	49.6449
22.6572	27.3363	32.6205	37.9159	41.3372	44.4607	48.2782	50.9933
23.5666	28.3362	33.7109	39.0875	42.5569	45.7222	49.5879	52.3356
24.4776	29.3360	34.7998	40.2560	43.7729	46.9792	50.8922	53.6720
33.6603	39.3354	45.6160	51.8050	55.7585	59.3417	63.6907	66.7659
42.9421	49.3349	56.3336	63.1671	67.5048	71.4202	76.1539	79.4900
52.2938	59.3347	66.9814	74.3970	79.0819	83.2976	88.3794	91.9517
61.6983	69.3344	77.5766	85.5271	90.5312	95.0231	100.425	104.215
71.1445	79.3343	88.1303	96.5782	101.879	106.629	112.329	116.321
80.6247	89.3342	98.6499	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
90.1332	99.3341	109.141	118.498	124.342	129.561	135.807	140.169

Source: Abridged from E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3d ed., table A, Cambridge University Press, New York, 1966.  
 Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

TABLE D.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	
	$d_L$	$d_U$																		
6	0.810	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.338	0.467	1.896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.783	1.332	0.539	1.777	0.368	2.267	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.435	2.128	0.295	2.588	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.879	1.320	0.697	1.641	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.822	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.927	1.324	0.658	1.604	0.595	1.928	0.444	2.283	0.318	2.645	0.203	3.005	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.812	1.570	0.638	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.268	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.399	0.328	2.632	0.230	2.985	0.147	3.266	—	—	—	—
14	1.045	1.350	0.905	1.551	0.767	1.779	0.632	2.030	0.503	2.296	0.389	2.572	0.286	2.848	0.200	3.111	0.127	3.360	—	—
15	1.077	1.361	0.946	1.543	0.814	1.750	0.683	1.977	0.562	2.220	0.447	2.472	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	0.111	3.438
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388	0.398	2.624	0.304	2.860	0.222	3.090	0.155	3.504
17	1.133	1.381	1.013	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	0.199	3.564
18	1.158	1.391	1.044	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.502	2.461	0.407	2.667	0.321	2.875	0.244	3.623
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.683	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206	0.549	2.396	0.456	2.589	0.369	2.793	0.290	3.674
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.829	0.792	1.991	0.692	2.162	0.595	2.339	0.502	2.521	0.416	2.704	0.336	3.693
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	2.653	0.380	3.706
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	0.424	3.714
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.783	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	0.465	3.720
24	1.273	1.446	1.188	1.546	1.101	1.656	1.013	1.773	0.923	1.902	0.837	2.033	0.751	2.174	0.666	2.318	0.584	2.464	0.506	3.723
25	1.288	1.454	1.206	1.550	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.012	0.784	2.144	0.702	2.280	0.621	2.419	0.544	3.726
26	1.302	1.461	1.224	1.553	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.872	0.897	1.992	0.816	2.117	0.735	2.246	0.657	2.379	0.581	3.728
27	1.316	1.469	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.751	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.091	0.767	2.214	0.691	2.342	0.616	3.729
28	1.328	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.028	1.850	0.951	1.958	0.874	2.071	0.798	2.186	0.723	2.309	0.650	3.731
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.198	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.826	2.164	0.753	2.278	0.682	3.732
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931	0.926	2.034	0.854	2.141	0.782	2.251	0.712	3.733
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	3.733
32	1.373	1.502	1.309	1.574	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.909	0.972	2.004	0.904	2.102	0.836	2.201	0.769	3.734
33	1.383	1.508	1.321	1.577	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900	0.994	1.991	0.927	2.085	0.861	2.181	0.795	3.734
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	3.735
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	3.735
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	0.866	3.736
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	3.736
38	1.427	1.535	1.373	1.594	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864	1.088	1.939	1.029	2.017	0.970	2.089	0.912	3.737
39	1.433	1.540	1.382	1.597	1.328	1.656	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.065	0.932	3.737
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.659	1.285	1.721	1.230	1.786	1.175	1.854	1.120	1.924	1.064	1.997	1.006	2.042	0.952	3.738
45	1.473	1.566	1.430	1.613	1.383	1.666	1.336	1.720	1.287	1.776	1.238	1.835	1.189	1.895	1.139	1.958	1.089	2.022	1.036	3.740
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.422	1.674	1.378	1.721	1.335	1.771	1.291	1.822	1.246	1.875	1.201	1.930	1.156	1.996	1.110	3.744
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.768	1.334	1.814	1.284	1.867	1.253	1.909	1.212	1.959	1.170	3.748
60	1.549	1.616	1.514	1.652	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.808	1.335	1.850	1.298	1.894	1.260	1.939	1.222	3.754
65	1.567	1.629	1.536	1.662	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.801	1.370	1.843	1.336	1.882	1.301	1.923	1.266	3.764
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.802	1.401	1.837	1.369	1.873	1.337	1.910	1.305	3.774
75	1.598	1.652	1.571	1.680	1.543	1.709	1.513	1.739	1.487	1.770	1.458	1.801	1.428	1.834	1.399	1.867	1.369	1.901	1.339	3.785
80	1.611	1.662	1.586	1.688	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.773	1.480	1.801	1.453	1.831	1.425	1.861	1.397	1.893	1.369	3.805
85	1.624	1.671	1.600	1.696	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.801	1.474	1.829	1.448	1.857	1.422	1.886	1.396	3.826
90	1.635	1.679	1.612	1.703	1.589	1.728	1.566	1.751	1.542	1.776	1.518	1.801	1.494	1.827	1.469	1.854	1.445	1.881	1.420	3.849
95	1.645	1.687	1.623	1.709	1.602	1.732	1.579	1.755	1.557	1.778	1.533	1.802	1.512	1.827	1.489	1.852	1.463	1.877	1.442	3.873
100	1.654	1.694	1.634	1.713	1.613	1.736	1.592	1.758	1.571	1.780	1.550	1.803	1.528	1.826	1.506	1.850	1.484	1.874	1.462	3.898
150	1.720	1.746	1.706	1.740	1.693	1.774	1.679	1.768	1.665	1.802	1.651	1.817	1.637	1.832	1.622	1.847	1.608	1.862	1.594	1.877
200	1.756	1.778	1.748	1.769	1.738	1.799	1.728	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831	1.697	1.841	1.686	1.852	1.675	1.863	1.665	1.874

n	K=11		K=12		K=13		K=14		K=15		K=16		K=17		K=18		K=19		K=20	
	$\alpha_1$	$\alpha_2$																		
16	0.090	3.446	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.094	3.286	0.053	3.506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.113	3.146	0.075	3.356	0.047	3.357	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.145	3.023	0.102	3.227	0.067	3.420	0.043	3.601	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.178	2.914	0.131	3.109	0.092	3.257	0.061	3.474	0.038	3.639	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.212	2.817	0.162	3.004	0.119	3.185	0.084	3.358	0.055	3.521	0.025	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	0.161	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	3.766
26	0.381	2.460	0.324	2.610	0.272	2.758	0.224	2.906	0.180	3.000	0.141	3.191	0.107	3.325	0.079	3.452	0.055	3.572	0.036	3.682
27	0.413	2.408	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	3.496	0.051	3.692
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	3.472	0.068	3.524
29	0.474	2.321	0.417	2.451	0.363	2.582	0.311	2.713	0.266	2.845	0.222	2.972	0.182	3.091	0.146	3.220	0.114	3.358	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	2.905	0.208	3.032	0.171	3.172	0.137	3.267	0.107	3.379
31	0.531	2.248	0.475	2.367	0.422	2.487	0.371	2.605	0.322	2.730	0.277	2.851	0.234	2.970	0.196	3.087	0.160	3.201	0.128	3.311
32	0.558	2.216	0.503	2.330	0.450	2.446	0.399	2.563	0.350	2.680	0.304	2.797	0.261	2.912	0.221	3.026	0.184	3.137	0.151	3.246
33	0.585	2.187	0.530	2.294	0.477	2.408	0.426	2.520	0.377	2.633	0.331	2.746	0.287	2.858	0.246	2.989	0.209	3.078	0.174	3.184
34	0.610	2.160	0.556	2.266	0.503	2.371	0.452	2.481	0.404	2.590	0.357	2.699	0.313	2.808	0.272	2.911	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	2.653	0.339	2.761	0.297	2.865	0.257	2.969	0.221	3.071
36	0.658	2.113	0.605	2.210	0.554	2.310	0.504	2.410	0.455	2.512	0.409	2.614	0.364	2.717	0.322	2.818	0.282	2.919	0.244	3.019
37	0.680	2.092	0.628	2.186	0.578	2.287	0.528	2.379	0.480	2.477	0.434	2.578	0.389	2.674	0.347	2.774	0.306	2.872	0.268	2.969
38	0.702	2.073	0.651	2.164	0.601	2.266	0.552	2.350	0.504	2.445	0.458	2.540	0.414	2.637	0.371	2.773	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	2.478	0.461	2.568	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	2.289	0.612	2.346	0.570	2.424	0.528	2.503	0.488	2.587	0.448	2.661
50	0.913	1.925	0.871	1.987	0.828	2.051	0.787	2.136	0.746	2.182	0.705	2.250	0.665	2.318	0.623	2.397	0.586	2.436	0.548	2.526
55	0.979	1.891	0.940	1.943	0.892	2.002	0.863	2.059	0.825	2.117	0.786	2.176	0.748	2.257	0.711	2.298	0.674	2.359	0.637	2.421
60	1.037	1.865	1.001	1.914	0.963	1.964	0.929	2.015	0.891	2.067	0.857	2.130	0.822	2.173	0.786	2.227	0.751	2.281	0.716	2.358
65	1.087	1.845	1.053	1.889	1.020	1.934	0.986	1.980	0.953	2.027	0.919	2.075	0.886	2.123	0.852	2.172	0.819	2.221	0.784	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	2.058	0.943	2.082	0.911	2.127	0.880	2.172	0.849	2.217
75	1.170	1.819	1.143	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	2.171	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	0.987	2.097	0.953	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	1.884	1.166	1.917	1.141	1.948	1.116	1.979	1.081	2.012	1.066	2.044	1.041	2.077
95	1.290	1.795	1.267	1.821	1.244	1.848	1.221	1.876	1.197	1.905	1.174	1.934	1.150	1.963	1.126	1.993	1.102	2.023	1.079	2.054
100	1.314	1.790	1.292	1.816	1.270	1.841	1.248	1.868	1.225	1.895	1.203	1.922	1.181	1.949	1.158	1.977	1.136	2.006	1.113	2.034
105	1.473	1.783	1.458	1.799	1.444	1.814	1.429	1.830	1.414	1.847	1.400	1.863	1.385	1.880	1.370	1.897	1.355	1.913	1.340	1.931
200	1.561	1.791	1.550	1.801	1.539	1.813	1.528	1.824	1.518	1.835	1.507	1.847	1.495	1.860	1.484	1.871	1.474	1.883	1.463	1.896

Note: n = number of observations.  
 K = number of explanatory variables excluding the constant term.  
 Source: Savin and White, op. cit., by permission of the Econometric Society.

[This question paper contains 4 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 4116

Unique Paper Code : 12277503

Name of the Paper : Economic History of India 1857-1947

Name of the Course : **B.A. (Hons.) Economics**  
**(CBCS – LOCF), DSE**

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 (15 marks each).
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 अंक समान (15 अंक) हैं।
3. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. Did colonial India experience deindustrialisation? Discuss with reference to alternative views on this question.

क्या औपनिवेशिक भारत ने विऔद्योगीकरण का अनुभव किया था? इस प्रश्न पर वैकल्पिक विचारों के संदर्भ में चर्चा कीजिए।

2. Discuss the links between economic growth and spread of railways in colonial India?

औपनिवेशिक भारत में आर्थिक विकास और रेलवे के प्रसार के बीच संबंधों पर चर्चा कीजिए?

3. Why did mortality decline after 1921 in colonial India?

सन् 1921 के बाद औपनिवेशिक भारत में मृत्यु दर में गिरावट क्यों आई?

4. Explain the role of Social Darwinism and Malthusianism in famine relief policy in colonial India.

औपनिवेशिक भारत में अकाल राहत नीति में सामाजिक ड्रिनिवाद और माल्थसियनवाद की भूमिका की व्याख्या करें।

5. What do you understand by the term Drain of Wealth? In your opinion did drain of wealth have a significant economic impact on colonial India? Give reasons in support of your answer.

‘सम्पत्ति के अपवाह’ (Drain of Wealth) का अभिप्राय क्या है? आपके विचार में क्या सम्पत्ति के अपवाह का औपनिवेशिक भारत पर महत्वपूर्ण आर्थिक प्रभाव पड़ा? अपने विचार के समर्थन में कारण दीजिए।

6. Compare and contrast the trends in large scale and small scale industry in colonial India.

औपनिवेशिक भारत में बृहत और लघु उद्योग में प्रवृत्तियों की तुलना और उनके विरोध बताइये।

7. Discuss alternative views on the impact of commercialisation of agriculture on colonial India.

औपनिवेशिक भारत पर कृषि के व्यावसायीकरण के प्रभाव पर वैकल्पिक विचारों की चर्चा कीजिए।

P.T.O.

8. Critically evaluate the view that the policy of the colonial Indian state were driven by military needs and overseas commerce requirements of the British Empire?

इस विचार का समालोचनात्मक मूल्यांकन करें कि औपनिवेशिक भारतीय राज्य की नीति ब्रिटिश साम्राज्य की सैन्य जरूरतों और विदेशी वाणिज्य आवश्यकताओं से प्रेरित थी?

(2000)

[This question paper contains 8 printed pages]

Your Roll No. ....



Sr. No. of Question Paper : 4118

Unique Paper Code : 12277507

Name of the Paper : Public Economics

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

Semester : V

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. All questions carry equal marks.
3. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों को लिए निर्देश**

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

P.T.O.

2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। सभी प्रश्नों के समान अंक हैं।
  3. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।
1. (a) How existence of the bureaucracy can lead to excessive growth of the public sector? Explain with the help of economic model. (9)
  - (b) Define Externality. Show the inefficiency associated with positive externality with the help of suitable diagram. (6)
  - (अ) नौकरशाही का अस्तित्व सार्वजनिक क्षेत्र की अत्यधिक वृद्धि का कारण बन सकता है? आर्थिक मॉडल की मदद से समझाइये।
  - (ख) बाह्यता को परिभाषित कीजिए। सकारात्मक बाह्यता से संबंधित अव्ययता को उपयुक्त आरेख की सहायता से दर्शाइए।
2. (a) Show that optimal condition for the provision of public goods differ from private good in partial equilibrium analysis. Elaborate using the suitable diagrams. (7)

(b) If mobility is costless in local community context individuals would reveal their preferences, by moving to the locality that best reflected their tastes and offered the preferred tax benefit mix. Critically examine this statement. (8)

(अ) दर्शाइये कि आंशिक संतुलन विश्लेषण में सार्वजनिक वस्तुओं के प्रावधान के लिए इष्टतम शर्तें निजी वस्तु से भिन्न होती हैं। उपयुक्त आरेखों का उपयोग करके विस्तृत कीजिये।

(ख) यदि स्थानीय समुदाय के सदस्यों में गतिशीलता बिना लागत के है, तो व्यक्ति अपनी पसंद को उस इलाके में जाकर कैसे प्रकट करेगा, जो उनके स्वाद - लाभ मिश्रण को सबसे अच्छी तरह से पेशकश करता है। इस कथन का समालोचनात्मक परीक्षण कीजिए।

3. (a) "If the market is allowed to function freely with complete information and zero transaction cost, the allocation of resources will be efficient and invariant with respect to legal rules of entitlement." Do you agree or not? Explain. (7)

(b) Does it matter whether the tax is levied on consumers or on producers; and levied specific tax or ad-valorem tax? Explain. (8)

P.T.O.

- (अ) "यदि बाजार को पूरी जानकारी और शून्य लेनदेन लागत के साथ स्वतंत्र रूप से कार्य करने की अनुमति है तो कानूनी नियमों के संबंध में संसाधनों का आवंटन कुशल और अपरिवर्तनीय होगा।" क्या आप सहमत हैं या नहीं? व्याख्या कीजिये।
- (ख) क्या यह मापने रखता है कि कर उपभोक्ताओं पर लगाया जाता है या उत्पादकों पर; और विशिष्ट कर या मूल्यानुसार कर? समझाइये।
4. (a) Graduate student A smokes, but his office mate B hates smoking. A and B have the following utility functions:  $U^A = 100 + 10z - 0.1z^2$  and  $U^B = 100 - 10z$ , where  $z$  is the number of cigarettes smoked by A (and  $U^A$  includes the cost of cigarettes). Determine :
- The number of cigarettes smoked by A when the external effect on B is ignored.
  - The socially optimal level of cigarettes that should be smoked by A.
  - The optimal Pigouvian tax needed to decentralize the social optimum.
  - The outcome with Coasian bargaining when the property right is assigned to the smoker.

(v) The outcome with Coasian bargaining when the property right is assigned to the nonsmoker. (8)

(b) Examine the approach to the classification on impure public goods focuses on the mix of services that stem from the provision of the good. (7)

(अ) स्नातक छात्र ए धूम्रपान करता है, लेकिन उसका कार्यालय साथी बी धूम्रपान से नफरत करता है। ए और बी में निम्नलिखित उपयोगिता फलन हैं:  $U^A = 100 + 10z - 0.1z^2$  और  $U^B = 100 - 10z$ , जहाँ  $z$ , A द्वारा धूम्रपान की गई सिगरेटों की संख्या है (और  $U^A$  में सिगरेट की लागत शामिल है)। निर्धारित कीजिए:

- (i) जब B पर बाहरी प्रभाव को नज़रअंदाज़ किया जाता है तो A द्वारा धूम्रपान की गई सिगरेटों की संख्या।
- (ii) सिगरेट का सामाजिक रूप से इष्टतम स्तर जिसे A द्वारा धूम्रपान किया जाना चाहिए।
- (iii) सामाजिक इष्टतम को विकेंद्रीकृत करने के लिए इष्टतम प्रिगौवियन कर।
- (iv) कोसियन सौदेबाज़ी के साथ परिणाम जब संपत्ति का अधिकार धूम्रपान करने वाले को सौंपा जाता है।

P.T.O.

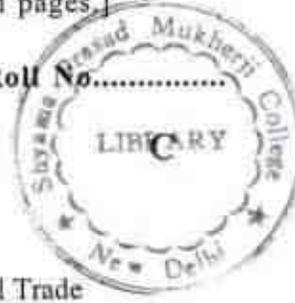
- (v) कोसियन सौदेबाजी के साथ परिणाम जख संपत्ति का अधिकार धूस्रपान न करने वाले को सौपा जाता है।
- (ख) अशुद्ध सार्वजनिक वस्तुओं के बर्गीकरण के दृष्टिकोण की जाँच करें, जो वस्तुओं के प्रावधान से उत्पन्न सेवाओं के मिश्रण पर केंद्रित है।
5. (a) What is the rationale for intergovernmental transfers in India? Elaborate the key recommendations of fifteenth finance commission for horizontal and vertical devolution between centre and state; and among the states (8)
- (b) Suppose government impose tax on interest on saving and after tax saving remain unchanged, would this imply tax is non- distortionary? Explain. (7)
- (अ) भारत में अंतरसरकारी तबादलों का क्या औचित्य है? केंद्र और राज्य, और राज्यों के बीच के बीच ऊर्ध्वाधर और क्षैतिज हस्तांतरण के लिए पंद्रहवें वित्त आयोग की प्रमुख सिफारिशों का विस्तार से वर्णन करें।
- (ख) मान लीजिए कि सरकार बचत पर ब्याज पर कर लगाती है और बचत कर के बाद अपरिवर्तित रहती है, तो क्या इसका मतलब यह होगा कि कर गैर-विकृत है? समझाइये।

6. (a) In case of two-goods (Labor and Consumption good x) economy with a single consumer and single producer, show how the optimal commodity tax is determined. (8)
- (b) What makes sound tax system? What ails the Indian tax system elaborated by M. Govinda Rao? (7)
- (अ) एकल उपभोक्ता और एकल उत्पादक के साथ दो-वस्तु (श्रम और उपभोग वस्तु x) अर्थव्यवस्था के मामले में, दिखाएँ कि इष्टतम वस्तु कर कैसे निर्धारित किया जाता है।
- (ख) कौन से कारक अच्छे कर प्रणाली बनाती है? एम गोविंदा राव द्वारा विस्तृत भारतीय कर प्रणाली की स्वामिया क्या है?
7. (a) Briefly discuss the silent features of Goods and Service tax (GST) in India. What are the anomalies associated with GST? (7)
- (b) What factors govern the auditing and punishment decision for tax evasion by individuals in the economy? Discuss the role of government in this context. (8)

- (अ) भारत में वस्तु एवं सेवा कर (जीएसटी) की नूतन विशेषताओं पर संक्षेप में चर्चा करें। जीएसटी से जुड़ी विसंगतियां क्या हैं?
- (ख) अर्थव्यवस्था में व्यक्तियों द्वारा कर घोरी को लिए ऑडिटिंग और सजा को फैसले को कौन से कारक नियंत्रित करते हैं? इस संदर्भ में सरकार की भूमिका की विवेचना कीजिए।

[This question paper contains 16 printed pages.]

Your Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 4120

Unique Paper Code : 12277509

Name of the Paper : International Trade

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

Semester : V

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 in all.
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 को मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. कोई भी पाँच प्रश्न हल करें।

P.T.O.

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. Kiteland (K) and Airland (A) are two economies with total labour of 50 and 150, respectively. The tastes and preferences of these economies, over the two goods X and Y, are the same and are given by the utility function  $U(X, Y) = X^{0.6}Y^{0.4}$ . In Kiteland, one unit of labour can produce 3 units of Good X; while it can produce 5 units in Airland. Similarly, one unit of labour can produce 4 units of Good Y in Kiteland, whereas it can produce 8 units in Airland. Given this information, answer the following questions :
    - (i) What is the opportunity cost of producing X in terms of Y in Kiteland and Airland?
    - (ii) What are the production possibility frontiers for the two countries?
    - (iii) Under the conditions of free trade, what is the equilibrium relative price?

- (iv) Discuss whether the economies would go for complete specialization?
- (v) If there was complete specialization, what would have been the relative output of X to Y produced? (15)

काइटलैंड (के) और एयरलैंड (ए) दो अर्थव्यवस्थाएं हैं, जिनका कुल श्रम क्रमशः 50 और 150 है। इन अर्थव्यवस्थाओं के स्वाद और प्राथमिकताएं, दो वस्तुओं X और Y पर समान हैं और उपयोगिता फंक्शन  $U(X,Y)=X^{0.6}Y^{0.4}$  द्वारा दी गई हैं। काइटलैंड में, श्रम की एक इकाई वस्तु X की 3 इकाइयों का उत्पादन कर सकती है; जबकि यह एयरलैंड में 5 यूनिट का उत्पादन कर सकती है। इसी तरह, काइटलैंड में श्रम की एक इकाई 4 यूनिट वस्तु Y का उत्पादन कर सकती है, जबकि यह एयरलैंड में 8 यूनिट का उत्पादन कर सकती है। इस जानकारी को देखते हुए, निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें:

- (i) Kiteland और Airland में Y के संदर्भ में X के उत्पादन की अवसर लागत क्या है?
- (ii) दोनों देशों के लिए उत्पादन संभावनाएं क्या हैं?
- (iii) मुक्त व्यापार की शर्तों के तहत, संतुलन सापेक्ष कीमत क्या है?

P.T.O.

(iv) चर्चा करें कि क्या अर्थव्यवस्थाएं पूर्ण विशेषज्ञता के लिए जाएंगी?

(v) यदि पूर्ण विशेषज्ञता होती, तो X से Y का सापेक्ष उत्पादन क्या होता?

2. (a) In the world economy, there are two countries: Gangaland and Missisippiland. Gangaland has a preference for consumption in the future and Missisippiland has a preference for consumption in the present. Illustrate how trade is intertemporally balanced with the help of diagram(s). (8)

(b) Consider two countries A and B. The real wage rate in Country A is higher than the real wage rate in Country B. How would international trade affect real wages between them if labour is perfectly mobile across the two countries? (7)

(अ) विश्व अर्थव्यवस्था में, दो देश हैं: गंगालैंड और मिसिसिपीलैंड। भविष्य में खपत के लिए गंगालैंड की प्राथमिकता है और वर्तमान में खपत के लिए मिसिसिपीलैंड की प्राथमिकता है। आरेख (ओं) की सहायता से स्पष्ट करें कि व्यापार कैसे अंतर-अस्थायी रूप से संतुलित है।

(ब) दो देशों A और B पर विचार करें। देश A में वास्तविक मजदूरी दर देश B में वास्तविक मजदूरी दर से अधिक है। यदि दोनों देशों में श्रम पूरी तरह से चल रहा है तो अंतरराष्ट्रीय व्यापार उनके बीच वास्तविक मजदूरी को कैसे प्रभावित करेगा?

3. (a) Consider a standard Heckscher-Ohlin (HO) Model, where two countries Home and Foreign produce two goods, sugar and milk, using labour (L) and capital (K). Home is relatively labour abundant and Foreign is relatively capital abundant. Assume that sugar is relatively capital intensive and milk is relatively labour intensive. Answer the following questions :

(i) Discuss the pattern of trade between the two countries.

(ii) Under what condition(s) factor price equalization may be obtained? Discuss with the help of a diagram, showing the segment of equalization. (8)

(b) Discuss the domestic market failure argument against free trade with the help of a diagram.

(4)

P.T.O.

(c) Write a short note on optimum tariff. (3)

(अ) एक मानक हेक्सचर-ओहलिन (HO) मॉडल पर विचार करें, जहां दो देश घरेलू और विदेशी श्रम (L) और पूंजी (K) का उपयोग करके दो सामान, चीनी और दूध का उत्पादन करते हैं। घर अपेक्षाकृत श्रम प्रचुर मात्रा में है और विदेशी अपेक्षाकृत पूंजी प्रचुर मात्रा में है। मान लें कि चीनी अपेक्षाकृत पूंजी प्रधान है और दूध अपेक्षाकृत श्रम प्रधान है। निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

(i) दोनों देशों के बीच व्यापार के पैटर्न पर चर्चा करें।

(ii) किन शर्तों के तहत कारक मूल्य समानता प्राप्त की जा सकती है? समीकरण के खंड को दर्शाने वाले आरेख की सहायता से चर्चा कीजिए।

(ब) मुक्त व्यापार के खिलाफ घरेलू बाजार की विफलता के तर्क की एक आरेख की सहायता से चर्चा करें।

(स) इष्टतम टैरिफ पर एक संक्षिप्त नोट लिखें।

4. (a) Countries A, B and C are the only three computer-producing countries in the world. The three countries have the same production technology for every firm, and face the same demand conditions. The annual sales of the three countries are 10,00,000; 90,00,000, and 40,00,000 computers, respectively. Fixed and marginal costs of production of computers for each firm in each country are 750,000 and 5000, respectively; and the degree of responsiveness of each firm's sales to its price, vis-à-vis other firms is  $1/30,000$ . Answer the following questions:

- (i) Calculate the equilibrium number of firms in the three countries before trade.
- (ii) What is the equilibrium price in these countries under autarky?
- (iii) Calculate the total number of firms and the equilibrium price, after the economies integrate.
- (iv) Discuss the gains from trade of market integration post trade. Which country gains the most from integration? (12)

P.T.O.

(b) Write a short note on Leontief Paradox. (3)

(अ) देश A, B और C दुनिया में केवल तीन कंप्यूटर उत्पादक देश हैं। तीनों देशों में प्रत्येक फर्म के लिए समान उत्पादन तकनीक है, और समान मांग स्थितियों का सामना करते हैं। तीन देशों की वार्षिक बिक्री 10,00,000 है; क्रमशः 90,00,000, और 40,00,000 कंप्यूटर। प्रत्येक देश में प्रत्येक फर्म के लिए कंप्यूटर के उत्पादन की निश्चित और सीमांत लागत क्रमशः 750,000 और 5000 है; और अन्य फर्मों की तुलना में प्रत्येक फर्म की बिक्री की कीमत के प्रति प्रतिक्रिया की डिग्री  $1/30,000$  है। निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दो :

- (i) व्यापार से पहले तीन देशों में फर्मों की संतुलन संख्या की गणना करें।
- (ii) निरंकुशता के तहत इन देशों में संतुलन कीमत क्या है?
- (iii) अर्थव्यवस्थाओं के एकीकरण के बाद, फर्मों की कुल संख्या और संतुलन कीमत की गणना करें।
- (iv) व्यापार के बाद बाजार एकीकरण के व्यापार से लाभ की चर्चा करें। एकीकरण से सबसे अधिक लाभ किस देश को प्राप्त होता है?

(ब) लियोन्टीफ विरोधाभास पर एक संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

5. Consider a firm in an imaginary country Compland producing computers, using computer engineers (E) and production workers (P). Computer engineers are engaged in designing computer software, while production workers are engaged in the assembling of computer components. Computer engineers are considered to be highly skilled personnel and earn relatively higher salaries ( $W_E$ ) compared to production workers ( $W_P$ ).
- (i) Starting from no-trade equilibrium with a production possibility frontier (PPF) of a firm, illustrate the gains from offshoring, if Compland has a comparative advantage in providing the services of the production workers.
- (ii) Now suppose that advances in engineering design in the rest of the world decrease the relative salaries of computer engineers. Illustrate and discuss the implications of this change in the production of computers in Compland, with the help of a diagram. (15)

एक काल्पनिक देश में कंप्यूटर इंजीनियर (ई) और उत्पादन श्रमिकों (पी) का उपयोग कर कंप्यूटर बनाने वाली एक फर्म पर विचार करें।

P.T.O.

कंप्यूटर इंजीनियर कंप्यूटर सॉफ्टवेयर डिजाइन करने में लगे हुए हैं, जबकि उत्पादन कर्मचारी कंप्यूटर घटकों के संयोजन में लगे हुए हैं। कंप्यूटर इंजीनियरों को अत्यधिक कुशल कर्मियों के रूप में माना जाता है और उत्पादन श्रमिकों (हब्यूपी) की तुलना में अपेक्षाकृत अधिक वेतन (हब्यूई) कमाते हैं।

- (i) एक फर्म के उत्पादन संभावना सीमा (पीपीएफ) के साथ नो-टेड संतुलन से शुरू होकर, ऑफशोरिंग से लाभ का वर्णन करें, अगर कंपलैंड को उत्पादन श्रमिकों की सेवाएं प्रदान करने में तुलनात्मक लाभ है।
- (ii) अब मान लीजिए कि दुनिया के बाकी हिस्सों में इंजीनियरिंग डिजाइन में प्रगति कंप्यूटर इंजीनियरों के सापेक्ष वेतन में कमी करती है। कंपलैंड में कंप्यूटरों के उत्पादन में इस परिवर्तन के निहितार्थों को आरेख की सहायता से समझाइए और उन पर चर्चा कीजिए।

6. (a) Autoland wants to set up an automobile industry. The free trade price of an automobile is \$8000 and the imports of auto-components which go into the making of an automobile are priced at \$4000. Answer the following questions:

- (i) If the government imposes an *ad valorem* tariff of 20 percent on automobile imports, what is the effective rate of protection (ERP) offered to the industry?
- (ii) Suppose Autoland wants to set up its own auto-components industry and hence the government imposes an *ad valorem* tariff of 10 percent on imports of auto-components, with no tariffs on automobiles. What would be the new ERP offered to the automobile industry?
- (iii) In continuation to Part (i), now suppose, the government of Autoland imposes an *ad valorem* tariff of 10 percent on imports of auto-components along with the existing tariff on automobiles. What would be the new ERP offered to the automobile industry?
- (iv) Critically analyze which of the three policies used by the government of Autoland to develop its own automobile industry, protects the domestic automobile producers the most. (9)

P.T.O.

(b) Consider two countries: Finland and Sineland, producing two goods: mobiles and iPods, under perfectly competitive market conditions. Finland exports mobiles and imports iPods. Sineland exports iPods and imports mobiles. Assuming well-behaved offer curves for both the countries, illustrate with help of a neatly labeled diagram, as to what would happen if there is sudden fall in the supply of iPods by Sineland? (6)

(अ) ऑटोलैंड एक ऑटोमोबाइल उद्योग स्थापित करना चाहता है। एक ऑटोमोबाइल का मुक्त व्यापार मूल्य \$8000 है और ऑटो-घटकों का आयात जो एक ऑटोमोबाइल के निर्माण में जाता है, उसकी कीमत \$4000 है। निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दो :

- (i) यदि सरकार ऑटोमोबाइल आयात पर 20 प्रतिशत का यथामूल्य टैरिफ लगाती है, तो उद्योग को दी जाने वाली सुरक्षा की प्रभावी दर (ERP) क्या है?
- (ii) मान लीजिए ऑटोलैंड अपना ऑटो-कंपोनेंट उद्योग स्थापित करना चाहता है और इसलिए सरकार ऑटो-कंपोनेंट्स के आयात पर 10 प्रतिशत का एड वैलोरम टैरिफ लगाती है, जिसमें ऑटोमोबाइल पर कोई टैरिफ नहीं है। ऑटोमोबाइल उद्योग के लिए पेश किया जाने वाला नया ERP क्या होगा?

- (iii) भाग (i) की निरंतरता में, अब मान लीजिए, ऑटोलैंड की सरकार ऑटोमोबाइल पर मौजूदा टैरिफ के साथ ऑटो-कंपोनेंट्स के आयात पर 10 प्रतिशत का एड वैलोरम टैरिफ लगाती है। ऑटोमोबाइल उद्योग के लिए पेश किया जाने वाला नया ERP क्या होगा?
- (iv) समालोचनात्मक विश्लेषण करें कि ऑटोलैंड सरकार द्वारा अपने स्वयं के ऑटोमोबाइल उद्योग को विकसित करने के लिए उपयोग की जाने वाली तीन नीतियों में से कौन सी घरेलू ऑटोमोबाइल उत्पादकों की सबसे अधिक रक्षा करती है।
- (ब) दो देशों पर विचार करें: फिनलैंड और साइनलैंड, दो वस्तुओं का उत्पादन करते हैं; मोबाइल और आईपोड, पूरी तरह से प्रतिस्पर्धी बाजार स्थितियों के तहत फिनलैंड मोबाइल का निर्यात करता है और आईपोड का आयात करता है। सिनलैंड आईपोड का निर्यात करता है और मोबाइल का आयात करता है। दोनों देशों के लिए अच्छे व्यवहार वाले ऑफर कर्ब को मानते हुए, एक साफ-सुथरे लेबल वाले आरेख की मदद से स्पष्ट करें कि अगर साइनलैंड द्वारा आईपोड की आपूर्ति में अचानक गिरावट आती है तो क्या होगा?

7. (a) Consider a large open economy Paperland exporting paper. Discuss the net welfare implications of an export tariff on paper imposed by Paperland with the help of a diagram. Is there any rationale for the domestic producers of Paperland to oppose this export tariff imposed?

(8)

(b) Consider Country A producing Good X which imposes a negative externality in the form of pollution. With the opening up of the economy for free trade, Country A becomes an importer of Good X. Illustrate with the help of a diagram how free trade of Good X might make this country better off.

(7)

(अ) एक बड़ी खुली अर्थव्यवस्था पेपरलैंड निर्यात कागज पर विचार करें। पेपरलैंड द्वारा लगाए गए कागज पर निर्यात शुल्क के शुद्ध कल्याण प्रभावों की एक आरेख की सहायता से चर्चा कीजिए। क्या पेपरलैंड के घरेलू उत्पादकों के लिए लगाए गए इस निर्यात शुल्क का विरोध करने का कोई औचित्य है?

(ब) देश A पर विचार करें जो वस्तु X पैदा कर रहा है जो प्रदूषण के रूप में नकारात्मक बाहरीता लगाता है। मुक्त व्यापार के लिए

अर्थव्यवस्था को खुलने के साथ, देश A वस्तु X का आयातक बन जाता है। एक आरेख की सहायता से चित्रित करें कि कैसे वस्तु X का मुक्त व्यापार इस देश को बेहतर बना सकता है।

8. (a) For the given costs and benefit curves of lobbying, the endogenously determined tariff rate of protection is  $t^*$ . Suppose the cost of lobbying decreases. What will happen to the optimal protection rate? Illustrate with the help of a diagram. (8)

(b) Consider two countries A and B, producing homogenous goods and competing in a Cournot Duopoly setup in intra-industry trade. Suppose Country B grants an export subsidy of. Illustrate with the help of a diagram the change in the reaction functions of the two countries and comment on the pattern of trade. (7)

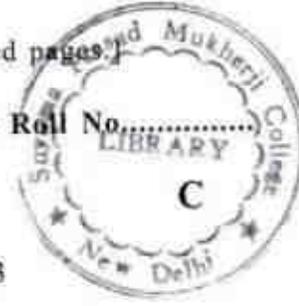
(अ) लॉबींग की दी गई लागत और लाभ वक्र के लिए, अंतर्जात रूप से निर्धारित सुरक्षा की टैरिफ दर  $t^*$  है। मान लीजिए लॉबींग की लागत घट जाती है। इष्टतम सुरक्षा दर का क्या होगा? आरेख की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

P.T.O.

- (ब) दो देशों A और B पर विचार करें, जो समरूप वस्तुओं का उत्पादन करते हैं और इंट्रा-इंडस्ट्री ट्रेड में कोर्टनोट हुआपोली सेटअप में प्रतिस्पर्धा करते हैं। मान लीजिए कि देश B s की निर्यात सब्सिडी देता है। एक चित्र की सहायता से दोनों देशों के प्रतिक्रिया कार्यों में परिवर्तन का चित्रण करें और व्यापार के पैटर्न पर टिप्पणी करें।

[This question paper contains 4 printed pages.]

Your Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 4256

Unique Paper Code : 12277503

Name of the Paper : Economic History of India 1857-1947

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

Semester : V

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 (15 marks each).
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 अंक समान हैं। (15 अंक)
3. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये।
4. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

1. What was the impact of cotton textile exports from India on the Indian and the world economy between 1600-1800?

सन् 1600-1800 के मध्य भारत से सूती वस्त्रों के निर्यात का भारतीय एवं विश्व अर्थव्यवस्था पर क्या प्रभाव पड़ा?

2. Review the trends in India's National Income and Employment over the period 1860 to 1947. Do these trends indicate economic stagnation? Explain.

1860 से 1947 की अवधि में भारत के राष्ट्रीय आय एवं रोजगार की प्रवृत्तियों की समीक्षा कीजिए। क्या ये प्रवृत्तियाँ आर्थिक मन्दी (stagnation) की ओर संकेत करती हैं? समझाइए।

3. What, in your opinion, were the factors that determined the famine relief policy of the colonial government in India? How did this policy change over time?

आपके विचार में वे कौनसे कारक थे जिन्होंने भारत में औपनिवेशिक सरकार की अकाल राहत नीति का निर्धारण किया? यह नीति समय के साथ-साथ किस प्रकार परिवर्तित हुई?

4. "It was not commercialisation but technical stagnation, poor resource endowment and structure of land rights that led to a prolonged period of agricultural stagnation in India." Discuss.

"कृषि के व्यवसायीकरण ने नहीं अपितु तकनीकी ठहराव, क्षीण संसाधन और दोषपूर्ण भूमि अधिकार की संरचना ने भारत में लंबे समय के लिए कृषि स्थिरता को जन्म दिया।" चर्चा करें।

5. What were the motives of the colonial government for bringing the railways to India? What impact did it have on the Indian economic development during the colonial period?

औपनिवेशिक सरकार द्वारा भारत में रेलवे को लाए जाने के पीछे क्या कारण थे? इसका औपनिवेशिक काल के दौरान भारतीय आर्थिक विकास पर क्या प्रभाव पड़ा?

6. What were the factors that resulted in slow rise of the modern large-scale industry, especially the heavy industry, in colonial India during the twentieth century?

P.T.O.

वे कौनसे कारक थे जिनके परिणामस्वरूप बीसवीं शताब्दी में औपनिवेशिक भारत में आधुनिक वृहत् उद्योगों, विशेषतः भारी उद्योगों में नंद गति से वृद्धि हुई?

7. What do you understand by the term Drain of Wealth? In your opinion did drain of wealth have a significant economic impact on colonial India? Give reasons in support of your answer.

'सम्पत्ति के अपवाह' (Drain of Wealth) का अभिप्राय क्या है? आपके विचार में क्या सम्पत्ति के अपवाह का औपनिवेशिक भारत पर महत्वपूर्ण आर्थिक प्रभाव पड़ा? अपने विचार के समर्थन में कारण दीजिए।

8. "Its noteworthy that India's relative economic stagnation in the 'golden age' of the world economy before 1914 marked out how far India's own development was being sacrificed to provide military power and promoting economic growth in other parts of the British Empire" (David Washbrook). Discuss.

"यह उल्लेखनीय है कि 1914 के पहले की विश्व अर्थव्यवस्था के 'स्वर्ण युग' में भारत की सापेक्षिक आर्थिक स्थिरता इस बात को इंगित करती है कि किस हद तक ब्रिटिश साम्राज्य को अन्य भागों में आर्थिक वृद्धि प्रदान करने तथा सैन्य शक्ति में बढ़ावा देने के लिए भारत को विकास का बलिदान किया जा रहा था।" (डेविड वाशब्रुक) चर्चा करें।

(3000)

[This question paper contains 28 printed pages.]



Sr. No. of Question Paper : 4255

Unique Paper Code : 12277502\_NC

Name of the Paper : Applied Econometrics

Name of the Course : B.A. (Honours) Economics CBCS 2

Semester : V

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 consists of **seven** questions. Answer any **five** questions.
3. **All** questions carry equal marks.
4. Use of scientific calculators is allowed.
5. Statistical tables are attached for your reference.
6. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र को मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. प्रश्न पत्र में 7 प्रश्न हैं। किन्हीं 5 प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
3. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।
4. वैज्ञानिक कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
5. आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय सारणियां संलग्न हैं।
6. इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

Qs 1. State whether following statements are true or false. Give reasons for your answer.

- In the fixed effect within group model, it is possible to study the impact of the time invariant variables.
- If the coefficient of determination for the regression of  $X_2$  on  $X_3$  is 0.7213, the tolerance level will be 0.029
- Recursive least square is used to test for specification bias.
- Variance-covariance matrices of the disturbances  $u_i$  is not symmetric.
- In the Linear Probability Model, the

$$\text{Var } U_i = P_i[1 - P_i]$$

(3X5=15)

प्रश्न 1 बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं या असत्य। अपने उत्तर के लिए कारण दें।

- समूह मॉडल के भीतर निश्चित प्रभाव में, समय अपरिवर्तनीय चर के प्रभाव का अध्ययन करना संभव है।
- यदि  $X_3$  पर  $X_2$  के प्रतिगमन के लिए निर्धारण का गुणांक 0.7213 है, तो सहयता स्तर 0.029 होगा।
- पुनरावर्ती न्यूनतम वर्ग, विशिष्टता पूर्वाग्रह के परीक्षण के लिए प्रयोग किया जाता है।
- गड़बड़ी के प्रसरण-सहप्रसरण मैट्रिक्स  $u_i$  सममित नहीं है।
- रैखिक संभावना मॉडल में,

$$\text{Var } U_i = P_i[1 - P_i]$$

Qs 2. (a) Consider the regression model:

$$\hat{Y}_t = 27.7 - 0.11PC_t + 0.03PF_t + 0.23DI_t$$

$$N=29 \quad \bar{R}^2=0.9904 \quad d=0.99$$

Y = per capita milk consumption

PC = price of milk

PF = price of almond milk

DI = disposable income

Hypothesis testing would be unreliable if serial correlation exists.

- (i) If  $d_t = 1.20$   
 $d_t = 1.65$

What is your conclusion about serial correlation?

- (ii) Explain the Breusch-Godfrey test. If  $R^2$  in the auxiliary regression is 0.2966 and critical value @ 5% is 3.84, what do you conclude and what are the advantages of conducting this test? (7)

(b) Suppose we have a time series data for two variables- Money supply(M) and Interest rate(R) and we are interested in finding out if there is any causality between the these two variables.

- (i) Write the four cases of granger causality.  
(ii) What are the steps involved in implementing Granger causality test?  
(iii) What are the assumptions for the Granger causality test? (8)

प्रश्न 2 (ए) प्रतिगमन मॉडल पर विचार करें:

$$\hat{Y}_t = 27.7 - 0.11PC_t + 0.03PF_t + 0.23DI_t$$

$$N=29 \quad \bar{R}^2=0.9904 \quad d=0.99$$

Y = प्रति व्यक्ति दूध की खपत

PC = दूध की कीमत

PF = बादाम दूध की कीमत

DI = प्रयोज्य आय

यदि आनुक्रमिक सहसंबंध मौजूद है तो परिकल्पना परीक्षण अविश्वसनीय होगा।

(i) अगर  $d_t = 1.20$

$$d_0 = 1.65$$

आनुक्रमिक सहसंबंध के बारे में आपका क्या निष्कर्ष है ?

(ii) ब्रुश-गॉडफ्रे परीक्षण की व्याख्या कीजिए। यदि सहायक प्रतिगमन में  $R^2 = 0.2966$  है और 5% की दर से क्रांतिक मान 3.84 है, तो आपका क्या निष्कर्ष है और इस परीक्षण को आयोजित करने के क्या लाभ हैं?

(बी) मान लीजिए कि हमारे पास दो चर- मुद्रा आपूर्ति (M) और ब्याज दर (R) के लिए एक समय श्रृंखला डेटा है और हम यह पता लगाने में रुचि रखते हैं कि इन दो चर के बीच कोई कारणता है या नहीं।

(i) ग्रेंजर करणीयता के चार मामले लिखिए।

(ii) ग्रेंजर करणीयता परीक्षण को लागू करने में कौन से चरण शामिल हैं?

(iii) ग्रेंजर करणीय परीक्षण के लिए क्या मान्यताएँ हैं?

Qs 3(a) Is the error term in the logistic model homoscedastic

$$L_i = \ln \left[ \frac{\hat{P}_i}{1 - \hat{P}_i} \right] = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + U_i$$

If not, then what is the transformation that we need to make

- Will the probabilities calculated in the probit model always be between 0 and 1?
- If in the grouped probit model, ownership of cars as a function of income is estimated as

Table				
Dependent Variable: Probit (X is income measured in thousands of dollars)				
Variable	Coefficient	Standard Error	t Statistic	Probability
C	3.54	0.053	66.7925	0.0000
Income	0.0375	0.00324	11.57	0.0000
R-squared	0.9721			

Find the probability of car ownership at an income level of a) 15,000 and b) 40,000 (8)

(b) Consider the following regression model of total cost (TC) on output (Y)

$$TC_i = \beta_1 + \beta_2 Y_i + u_i$$

This model is estimated using 10 observations and following results were obtained

$$\widehat{TC}_i = 166.467 + 19.933 Y_i$$

$$(t) \quad (19.021) \quad (3.066) \quad R^2=0.8409$$

In order to test the model specification error, the model is re-estimated with  $\widehat{TC}_i^2$  and  $\widehat{TC}_i^3$  as additional regressors and this explains 99.83% of variation in the dependent variable. Apply Ramsey's RESET test. Use 5% level of significance.

- (i) State null and alternative hypothesis clearly. Do you find evidence of model specification error?
- (ii) What are the advantages and disadvantages of Ramsey's RESET test. (7)

प्रश्न 3 (ए) क्या लॉजिस्टिक मॉडल होमोसेडैस्टिक में त्रुटि शब्द है

$$L_i = \ln \left[ \frac{\hat{p}_i}{1 - \hat{p}_i} \right] = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + U_i$$

यदि नहीं, तो क्या परिवर्तन है जो हमें करने की आवश्यकता है ?

- (i) क्या प्रोबिट मॉडल में गणना की जाने वाली प्रायिकताएं हमेशा 0 और 1 के बीच होंगी?
- (ii) यदि समूहीकृत प्रोबिट मॉडल में, आय के फलन के रूप में कारों के स्वामित्व का अनुमान इस प्रकार लगाया जाता है:

Table				
Dependent Variable: Probit (X is income measured in thousands of dollars)				
Variable	Coefficient	Standard Error	t Statistic	Probability
C	3.54	0.053	66.7925	0.0000
Income	0.0375	0.00324	11.57	0.0000
R-squared	0.9721			

- a) 15,000 और b) 40,000 के आय स्तर पर कार के स्वामित्व की प्रायिकता ज्ञात कीजिए  
 (बी) आउटपुट (Y) पर कुल लागत (TC) के निम्नलिखित प्रतिगमन मॉडल पर विचार करें

$$TC_i = \beta_1 + \beta_2 Y_i + u_i$$

इस मॉडल का अनुमान 10 अवलोकनों का उपयोग करके लगाया गया है और निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए हैं:

$$\hat{TC}_i = 166.467 + 19.933 Y_i$$

$$(t) \quad (19.021) \quad (3.066) \quad R^2 = 0.8409$$

मॉडल विनिर्देश त्रुटि का परीक्षण करने के लिए, मॉडल को  $TC_i^2$  और  $TC_i^3$  के साथ अतिरिक्त प्रतिगामी के रूप में फिर से अनुमानित किया जाता है और यह निर्भर चर में 99.83% भिन्नता की व्याख्या करता है। रैमसे का RESET परीक्षण लागू करें। महत्व के 5% स्तर का प्रयोग करें।

- शून्य और वैकल्पिक परिकल्पना स्पष्ट रूप से बताएं। क्या आपको मॉडल विनिर्देश त्रुटि का प्रमाण मिलता है?
- रैमसे के RESET परीक्षण के क्या फायदे और नुकसान हैं?

Qs 4 (a) Consider a two-variable regression model, where

$$Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & 6 \\ 1 & 7 \\ 1 & 8 \\ 1 & 9 \\ 1 & 7 \end{bmatrix}$$

- (i) Calculate  $\hat{\beta}$  vector.
- (ii) Find Total Sum of Squares (TSS), Explained Sum of Squares (ESS), Residual Sum of Squares (RSS) and coefficient of determination using matrix notation.
- (iii) What is the estimated SER (standard error of the regression)? (8)

(b) Consider the following model:

$$Y_t^* = \beta_0 X_t^{\beta_1} e^{u_t}$$

Where  $Y_t^*$  = desired business expenditure for new plant and equipment

$X_t$  = sales

$t$  = time

Assume the following stock adjustment hypothesis:

$$\frac{Y_t}{Y_{t-1}} = \left( \frac{Y_t^*}{Y_{t-1}} \right) \delta$$

Where  $0 < \delta \leq 1$

- (i) Derive the short run business expenditure function for new plant and equipment in logarithmic form using given stock adjustment hypothesis.
- (ii) Consider the following estimated equation for the period 1970 to 1991:

$$\ln \widehat{Y}_t = -1.078 + 0.9045 \ln X_t + 0.26 \ln Y_{t-1}$$

$$(se) \quad (0.18414) \quad (0.11124) \quad (0.0878)$$

$$(t) \quad (-5.854) \quad (8.131) \quad (2.962)$$

$$R^2 = 0.9937 \quad F = 1425.219$$

1. Calculate the coefficient of adjustment and interpret it.
2. Calculate the short-run and long-run elasticities of expenditure on new plant and equipment with respect to sales
3. Write the long run business expenditure function for new plant and equipment. (7)

प्रश्न 4 (ए) एक दो-चर प्रतिगमन मॉडल पर विचार करें, जहां

$$Y = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix}; X = \begin{bmatrix} 1 & 6 \\ 1 & 7 \\ 1 & 8 \\ 1 & 9 \\ 1 & 7 \end{bmatrix}$$

- $\beta$  वेक्टर की गणना करें।
- वर्गों का कुल योग (TSS), वर्गों का समझाया गया योग (ESS), वर्गों का अवशिष्ट योग (RSS) और मैट्रिक्स संकेतन का उपयोग करके निर्धारण का गुणांक ज्ञात कीजिए।
- अनुमानित SER (प्रतिगमन की मानक त्रुटि) क्या है?

(बी) निम्नलिखित मॉडल पर विचार करें:

$$Y_t^* = \beta_0 X_t^{\beta_1} e^{u_t}$$

जहां  $Y_t^*$  = नए संयंत्र और उपकरणों के लिए वांछित व्यावसायिक व्यय

$X_t$  = बिक्री

$t$  = time

निम्नलिखित स्टॉक समायोजन परिकल्पना मान लें:

$$\frac{Y_t}{Y_{t-1}} = \left( \frac{Y_t^*}{Y_{t-1}^*} \right) \delta$$

जहां  $0 < \delta \leq 1$

- दिए गए स्टॉक समायोजन परिकल्पना का उपयोग करते हुए लॉगरिदमिक रूप में नए संयंत्र और उपकरणों के लिए अल्पकालिक व्यावसायिक व्यय फ़ंक्शन प्राप्त करें।
- 1970 से 1991 की अवधि के लिए निम्नलिखित अनुमानित समीकरण पर विचार करें:

$$\ln Y_t = -1.078 + 0.9045 \ln X_t + 0.26 \ln Y_{t-1}$$

$$(se) \quad (0.18414) \quad (0.11124) \quad (0.0878)$$

$$(t) \quad (-5.854) \quad (8.131) \quad (2.962)$$

$$R^2 = 0.9937 \quad F = 1425.219$$

- समायोजन के गुणांक की गणना करें और इसकी व्याख्या करें।
- बिक्री के संबंध में नए संयंत्र और उपकरणों पर खर्च की अल्पकालिक और लंबी अवधि की लोच की गणना करें
- नए संयंत्र और उपकरणों के लिए दीर्घकालीन व्यावसायिक व्यय फलन लिखिए।

Qs 5 (a) (i) Explain, using an example, the reasons for using the method of instrumental variables (IVs).

(ii) What are the necessary conditions an instrumental variable should satisfy?

(iii) When do we say that an IV is poor? Are there any costs of using it? (7)

(b) Consider the following investment regression for 10 firms from the years 1985 to 2004

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + U_{it}$$

Where Y= Gross Investment of the firm,  $X_2$ = market value of the firm,  $X_3$ = value of the stock of plant and equipment,  $i$ = firm,  $t$ = time

Table 1 gives the pooled regression results and table 2 gives the results from fixed effects dummy variable method using two-way fixed effects (no interaction between cross sectional dummies and time dummies, also assume that slope coefficients are the same across firms). To save space individual dummies were not reported, but all of them were to found to be statistically significant.

- i) Using table 1 comment on the pooled regression results
- ii) Describe the FELSDV method of estimation and using table 2 discuss the regression results. How many dummy variables were introduced to take into account the two-way fixed effects?
- iii) Which model better describes the investment function for the panel data? Justify your answer.
- iv) Is it possible to incorporate the time invariant variables in the FELSDV model. Give reasons for your answer.

Table 1				
Dependent Variable: Y				
Method: Panel Least Square				
Sample: 1984-2004				
Periods Included: 20				
Cross Sections Included: 10				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
X2	0.1155	0.0058	19.8	0.0000
X3	0.2307	0.0254	9.05	0.0000
C	-42.714	9.5116	-4.49	0.0000
R-squared	0.8124			

Table 2				
Dependent Variable: Y				
Method: Panel Least Square				
Sample: 1984-2004				
Periods Included: 20				
Cross Sections Included: 10				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
X2	0.1177	0.01375	8.56	0.0000
X3	0.3579	0.02272	15.754	0.0000
C	-80.1638	14.844	-5.40	0.0000
R-squared	0.9516			

Effects Specification	
Cross section fixed (dummy variable)	
Time fixed (dummy variable)	

(8)

प्रश्न 4 (ए) (i) एक उदाहरण का उपयोग करते हुए, यांत्रिक चर (IVs) की विधि का उपयोग करने के कारणों की व्याख्या करें।

(ii) एक यांत्रिक चर को किन आवश्यक शर्तों को पूरा करना चाहिए?

(iii) हम कब कहते हैं कि IV खराब है? क्या इसका उपयोग करने की कोई लागत है?

(बी) 1985 से 2004 तक 10 फर्मों के लिए निम्नलिखित निवेश प्रतिगमन पर विचार करें:

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + U_{it}$$

जहाँ  $Y$  = फर्म का सकल निवेश,  $X_2$  = फर्म का बाजार मूल्य,  $X_3$  = संयंत्र और उपकरणों के स्टॉक का मूल्य,  $i$  = फर्म,  $t$  = समय

तालिका 1। पूल किए गए प्रतिगमन परिणाम देता है और तालिका 2 दो-तरफा निश्चित प्रभावों का उपयोग करके निश्चित प्रभाव डमी चर विधि से परिणाम देती है (क्रॉस सेक्शनल डमी और टाइम डमी के बीच कोई अंतर्क्रिया नहीं, यह भी मान लें कि ढलान गुणांक फर्मों में समान हैं)। जगह को बचाने के लिए व्यक्तिगत डमी की सूचना नहीं दी गई थी, लेकिन उन सभी को सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण पाया गया था।

- तालिका 1 का प्रयोग करते हुए पूल किए गए प्रतिगमन परिणामों टिप्पणी करें।
- आकलन की FELSDV पद्धति का वर्णन करें और तालिका 2 का उपयोग करते हुए प्रतिगमन परिणामों की विवेचना करें। दो-तरफा निश्चित प्रभावों को ध्यान में रखते हुए कितने डमी चर पेश किए गए थे?
- कौन सा मॉडल पैनल डेटा के लिए निवेश फलन का बेहतर वर्णन करता है? अपने उत्तर का औचित्य सिद्ध करें।
- क्या FELSDV मॉडल में समय अपरिवर्तनीय चरों को शामिल करना संभव है। अपने उत्तर के लिए कारण बताएं।

Table 1				
Dependent Variable: Y				
Method: Panel Least Square				
Sample: 1984-2004				
Periods Included: 20				
Cross Sections Included: 10				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
X2	0.1155	0.0058	19.8	0.0000
X3	0.2307	0.0254	9.05	0.0000
C	-42.714	9.5116	-4.49	0.0000
R-squared	0.8124			

Table 2				
Dependent Variable: Y Method: Panel Least Square Sample: 1984-2004 Periods Included: 20 Cross Sections Included: 10				
Variable	Coefficient	Standard Error	T Statistic	Probability
X2	0.1177	0.01375	8.56	0.0000
X3	0.3579	0.02272	15.754	0.0000
C	-80.1638	14.844	-5.40	0.0000
R-squared	0.9516			

Effects Specification	
Cross section fixed (dummy variable)	
Time fixed (dummy variable)	

Qs 6 (a) Consider the linear regression model;  $Y = X\beta + U$   
where  $U \sim N(0, \sigma^2 I)$  and  $X$  is a fixed  $n \times k$  matrix

- (i) Derive the OLS estimator for  $\beta$ .
- (ii) Derive an expression for the variance of the OLS estimator of  $\beta$ . (7)

(b) Consider a structural equation with two explanatory variables:

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 y_2 + \beta_2 z_1 + u_1$$

where  $z_1$  is exogenous and  $y_2$  is suspected to be correlated with  $u_1$ . Thus, one needs to introduce an instrumental variable (IV)  $z_2$  for  $y_2$ .

- (i) State and explain the conditions that must be satisfied for an IV in the above model. Can we use  $z_1$  as an instrument?
- (ii) State the reduced form equation and the key identification condition.
- (iii) What is the significance of the value of  $R^2$  for the variance of IV estimator? (8)

प्रश्न 6 (ए) रैखिक प्रतिगमन मॉडल पर विचार करें:  $Y = X\beta + U$

जहाँ  $U \sim N(0, \sigma^2 I)$  and और  $X$  एक निश्चित  $n \times k$  मैट्रिक्स है

- (i)  $\beta$  के लिए OLS अनुमानक व्युत्पन्न कीजिए।  
 (ii)  $\beta$  के OLS अनुमानक के प्रसरण के लिए व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए।

(बी) दो व्याख्यात्मक चर के साथ एक संरचनात्मक समीकरण पर विचार करें:

$$y_1 = \beta_0 + \beta_1 y_2 + \beta_2 z_1 + u_1$$

जहाँ  $z_1$  बहिर्जात है और  $y_2$  का  $u_1$  के साथ सहसंबद्ध होने का संदेह है। इस प्रकार, किसी को  $y_2$  के लिए एक यांत्रिक चर (IV)  $z_2$  प्रस्तुत करने की आवश्यकता है।

- (i) उपरोक्त मॉडल में IV के लिए संतुष्ट होने वाली शर्तों को बताएं और समझाएं। क्या हम  $z_1$  को एक उपकरण के रूप में प्रयोग कर सकते हैं?  
 (ii) न्यूनिकृत फॉर्म समीकरण और पहचान की प्रमुख शर्तें बताएं।  
 (iii) IV अनुमानक के प्रसरण के लिए  $R^2$  के मान का क्या महत्व है?

Qs7(a) The following model was constructed to study the relationship between infant mortality rate (Y) and per capita income (X) for 100 districts in a certain country over the period of 20 years.

$$\ln Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{it} + U_{it}$$

- i) Under what conditions would pooled regression approach be appropriate?  
 ii) In order to allow for heterogeneity among the districts the model is rewritten as

$$\ln Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 \ln X_{it} + U_{it}$$

- a) Outline the estimation procedures using REM, clearly stating all the assumptions.  
 b) Show that the error term in REM is homoscedastic but suffers from the problem of serial correlation. (8)

(b) Suppose sales of clothing (Sales) in a quarter is related to Real personal disposable income (RPDI) and Consumer confidence index (CONF):

$$\text{sales}_t = \beta_0 + \beta_1 \text{RPDI}_t + \beta_2 \text{CONF}_t + u_t$$

- (i) Show how dummy variables can be used to check for seasonality in sales variable.  
 (ii) Could there be seasonality in RPDI and CONF series? If yes, how do we de-seasonalise the latter two series? (7)

प्रश्न 7 (ए) 20 वर्षों की अवधि में एक निश्चित देश में 100 जिलों के लिए शिशु मृत्यु दर (Y) और प्रति व्यक्ति आय (X) के बीच संबंधों का अध्ययन करने के लिए निम्नलिखित मॉडल का निर्माण किया गया था।

$$\ln Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{it} + U_{it}$$

- (i) पूल रिग्रेशन दृष्टिकोण किन परिस्थितियों में उपयुक्त होगा?
- (ii) जिलों के बीच विविधता रहने देने के लिए मॉडल को फिर से लिखा गया है

$$\ln Y_{it} = \beta_{1it} + \beta_{2it} \ln X_{it} + U_{it}$$

ए) REM का उपयोग करते हुए और सभी मान्यताओं को स्पष्ट रूप से बताते हुए अनुमान प्रक्रियाओं की रूपरेखा तैयार करें।

बी) दिखाएँ कि REM में त्रुटि शब्द समविचाली है लेकिन क्रमिक सहसंबंध की समस्या से ग्रस्त है।

(बी) मान लीजिए कि एक तिमाही में कपड़ों की बिक्री (बिक्री) वास्तविक निजी प्रयोज्य आय (RPDI) और उपभोक्ता विश्वास सूचकांक (CONF) से संबंधित है:

$$sales_t = \beta_0 + \beta_1 RPDI_t + \beta_2 CONF_t + u_t$$

- (i) दिखाएँ कि बिक्री चर में सामयिकता की जाँच के लिए डमी चर का उपयोग कैसे किया जा सकता है।
- (ii) क्या RPDI और CONF श्रृंखला में सामयिकता हो सकती है? यदि हाँ, तो हम परिवर्ती दो श्रृंखलाओं को कैसे अ-सामयिक कर सकते हैं?

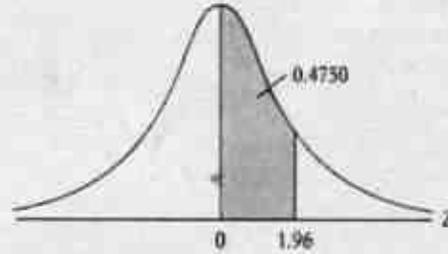
878 Appendix D Statistical Tables

**TABLE D.1**  
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 D.2**  
Percentage Points of  
the *t* Distribution

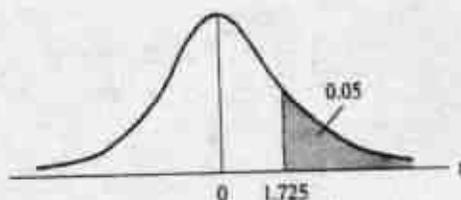
Source: From B. S. Peirson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3d ed., table 12. Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

**Example**

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

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

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



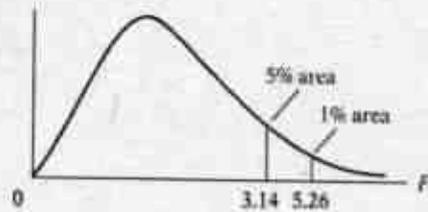
Pr df	0.25 0.50	0.10 0.20	0.05 0.10	0.025 0.05	0.01 0.02	0.005 0.010	0.001 0.002
1	1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2	0.816	1.885	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	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.

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the F Distribution

Example

- $Pr(F > 1.59) = 0.25$
- $Pr(F > 2.42) = 0.10$  for  $df N_1 = 10$
- $Pr(F > 3.14) = 0.05$  and  $N_2 = 9$
- $Pr(F > 5.26) = 0.01$



df for denominator $N_2$	Pr	df for numerator $N_1$											
		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	39.9	49.5	53.6	55.8	57.2	58.2	58.9	59.4	59.9	60.2	60.5	60.7
	.05	161	200	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244
	.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	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4	19.4
	.01	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4	99.4
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	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74
	.01	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	27.1	27.1
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	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	14.4	14.4
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	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	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	13.7	10.9	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	12.2	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	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	5.73	5.67
9	.25	1.51	1.62	1.63	1.63	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.58
	.10	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	2.40	2.38
	.05	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07
	.01	10.6	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, 3d ed., table 18, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	$N_2$
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
61.2	61.7	62.0	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0	63.1	63.2	63.3	63.3	.10	1
246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	254	254	.05	1
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	2
19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	.05	2
99.4	99.4	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	99.5	.01	2
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	3
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	3
8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.58	8.57	8.55	8.55	8.54	8.54	8.53	.05	3
26.9	26.7	26.6	26.5	26.4	26.4	26.3	26.2	26.2	26.2	26.1	26.1	.01	3
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	4
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	4
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	4
14.2	14.0	13.9	13.8	13.7	13.7	13.7	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5	.01	4
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	5
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	5
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	5
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	5
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	6
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	6
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	6
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	6
1.68	1.67	1.67	1.66	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	.25	7
2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.52	2.51	2.50	2.49	2.48	2.48	2.47	.10	7
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	7
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	7
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	8
2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34	2.32	2.32	2.31	2.30	2.29	.10	8
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	8
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	8
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	9
2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.22	2.21	2.19	2.18	2.17	2.17	2.16	.10	9
3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.79	2.76	2.75	2.73	2.72	2.71	.05	9
4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.48	4.42	4.40	4.36	4.33	4.31	.01	9

(Continued)

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the *F* Distribution (Continued)

df for denominator $N_2$	Pr	df for numerator $N_1$											
		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	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	4.77	4.71
11	.25	1.47	1.58	1.58	1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.53	1.52	1.52	1.51
	.10	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.21
	.05	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79
	.01	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63	4.54	4.46	4.40
12	.25	1.46	1.56	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.51	1.50	1.50	1.49
	.10	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21	2.19	2.17	2.15
	.05	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69
	.01	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39	4.30	4.22	4.16
13	.25	1.45	1.55	1.55	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47
	.10	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16	2.14	2.12	2.10
	.05	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60
	.01	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19	4.10	4.02	3.96
14	.25	1.44	1.53	1.53	1.52	1.51	1.50	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45
	.10	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12	2.10	2.08	2.05
	.05	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53
	.01	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03	3.94	3.86	3.80
15	.25	1.43	1.52	1.52	1.51	1.49	1.48	1.47	1.46	1.46	1.45	1.44	1.44
	.10	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09	2.06	2.04	2.02
	.05	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48
	.01	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89	3.80	3.73	3.67
16	.25	1.42	1.51	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.44	1.44	1.43
	.10	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.01	1.99
	.05	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42
	.01	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78	3.69	3.62	3.55
17	.25	1.42	1.51	1.50	1.49	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.43	1.42	1.41
	.10	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03	2.00	1.98	1.96
	.05	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38
	.01	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68	3.59	3.52	3.46
18	.25	1.41	1.50	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.41	1.40
	.10	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00	1.98	1.96	1.93
	.05	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34
	.01	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60	3.51	3.43	3.37
19	.25	1.41	1.49	1.49	1.47	1.46	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40
	.10	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98	1.96	1.94	1.91
	.05	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31
	.01	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52	3.43	3.36	3.30
20	.25	1.40	1.49	1.48	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39
	.10	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96	1.94	1.92	1.89
	.05	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28
	.01	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46	3.37	3.29	3.23

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	$N_2$
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	
4.55	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.08	4.01	4.00	3.96	3.97	3.91	.01	11
1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47	1.47	1.46	1.46	1.46	1.45	1.45	.25	
2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.03	2.00	2.00	1.99	1.98	1.97	.10	
2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.51	2.49	2.46	2.45	2.43	2.42	2.40	.05	
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	12
1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.44	1.44	1.43	1.43	1.43	1.42	1.42	.25	
2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.97	1.96	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	.10	
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	13
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	
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	14
1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40	1.39	1.39	1.38	1.38	1.38	.25	
2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.87	1.86	1.83	1.83	1.82	1.80	1.80	.10	
2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.22	2.19	2.18	2.16	2.14	2.13	.05	
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	15
1.43	1.41	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	.25	
1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.83	1.82	1.79	1.79	1.77	1.76	1.76	.10	
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	16
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	
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	17
1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34	1.34	1.34	1.33	1.33	.25	
1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.76	1.75	1.73	1.72	1.71	1.69	1.69	.10	
2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.08	2.06	2.02	2.01	1.99	1.97	1.96	.05	
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	18
1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32	1.32	.25	
1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.74	1.72	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	.10	
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	19
1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.34	1.33	1.32	1.32	1.31	1.31	1.30	.25	
1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.71	1.70	1.67	1.67	1.65	1.64	1.63	.10	
2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.94	1.93	1.91	1.89	1.88	.05	
3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.71	2.67	2.60	2.58	2.55	2.51	2.49	.01	20
1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.29	.25	
1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.69	1.68	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	.10	
2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.97	1.95	1.91	1.90	1.88	1.86	1.84	.05	
3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.64	2.61	2.54	2.52	2.48	2.44	2.42	.01	

(Continued)

TABLE D.3 Upper Percentage Points of the F Distribution (Continued)

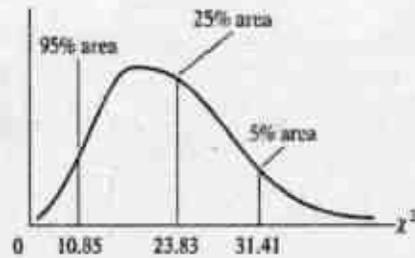
df for denominator $N_2$	Pr	df for numerator $N_1$											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
22	.25	1.40	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.37
	.10	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.86
	.05	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23
	.01	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35	3.26	3.18	3.12
24	.25	1.39	1.47	1.46	1.44	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.38	1.37	1.36
	.10	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
	.05	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.21	2.18
	.01	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26	3.17	3.09	3.03
26	.25	1.38	1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.35
	.10	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88	1.86	1.84	1.81
	.05	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15
	.01	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18	3.09	3.02	2.96
28	.25	1.38	1.46	1.45	1.43	1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34
	.10	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87	1.84	1.81	1.79
	.05	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12
	.01	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12	3.03	2.96	2.90
30	.25	1.38	1.45	1.44	1.42	1.41	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34
	.10	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85	1.82	1.79	1.77
	.05	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09
	.01	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07	2.98	2.91	2.84
40	.25	1.36	1.44	1.42	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31
	.10	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79	1.76	1.73	1.71
	.05	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00
	.01	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89	2.80	2.73	2.66
60	.25	1.35	1.42	1.41	1.38	1.37	1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29
	.10	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	1.71	1.68	1.66
	.05	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92
	.01	7.08	4.98	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

df for numerator $N_1$													df for denominator $N_2$
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	$\infty$	Pr	$N_2$
1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.30	1.29	1.29	1.28	.25	22
1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.64	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	.10	
2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.91	1.89	1.85	1.84	1.82	1.80	1.78	.05	
2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.50	2.42	2.40	2.36	2.33	2.31	.01	
1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	.25	24
1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.61	1.58	1.57	1.56	1.54	1.53	.10	
2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.86	1.84	1.80	1.79	1.77	1.75	1.73	.05	
2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.40	2.33	2.31	2.27	2.24	2.21	.01	
1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.28	1.26	1.26	1.26	1.25	1.25	.25	26
1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.59	1.58	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50	.10	
2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.80	1.76	1.75	1.73	1.71	1.69	.05	
2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.36	2.33	2.25	2.23	2.19	2.16	2.13	.01	
1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.27	1.26	1.25	1.25	1.24	1.24	.25	28
1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.57	1.56	1.53	1.52	1.50	1.49	1.48	.10	
2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.77	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65	.05	
2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.26	2.19	2.17	2.13	2.09	2.06	.01	
1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.26	1.25	1.24	1.24	1.23	1.23	.25	30
1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.55	1.54	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	.10	
2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.70	1.68	1.66	1.64	1.62	.05	
2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.25	2.21	2.13	2.11	2.07	2.03	2.01	.01	
1.30	1.28	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.21	1.20	1.19	1.19	.25	40
1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.47	1.43	1.42	1.41	1.39	1.38	.10	
1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.64	1.59	1.58	1.55	1.53	1.51	.05	
2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.06	2.02	1.94	1.92	1.87	1.83	1.80	.01	
1.27	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.17	1.17	1.16	1.15	1.15	.25	60
1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.41	1.40	1.36	1.35	1.33	1.31	1.29	.10	
1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.53	1.48	1.47	1.44	1.41	1.39	.05	
2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.88	1.84	1.75	1.73	1.68	1.63	1.60	.01	
1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.17	1.16	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	.25	120
1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.34	1.32	1.27	1.26	1.24	1.21	1.19	.10	
1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.46	1.43	1.37	1.35	1.32	1.28	1.25	.05	
2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.70	1.66	1.56	1.53	1.48	1.42	1.38	.01	
1.23	1.21	1.20	1.18	1.16	1.14	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.06	.25	200
1.52	1.46	1.42	1.38	1.34	1.31	1.28	1.24	1.22	1.20	1.17	1.14	.10	
1.72	1.62	1.57	1.52	1.46	1.41	1.39	1.32	1.29	1.26	1.22	1.19	.05	
2.13	1.97	1.89	1.79	1.69	1.63	1.58	1.48	1.44	1.39	1.33	1.28	.01	
1.22	1.19	1.18	1.16	1.14	1.13	1.12	1.09	1.08	1.07	1.04	1.00	.25	$\infty$
1.49	1.42	1.38	1.34	1.30	1.26	1.24	1.18	1.17	1.13	1.08	1.00	.10	
1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.35	1.32	1.24	1.22	1.17	1.11	1.00	.05	
2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.52	1.47	1.36	1.32	1.25	1.15	1.00	.01	

**TABLE D.4**  
Upper Percentage  
Points of the  $\chi^2$   
Distribution

**Example**

$\Pr(\chi^2 > 10.85) = 0.95$   
 $\Pr(\chi^2 > 23.83) = 0.25$  for  $df = 20$   
 $\Pr(\chi^2 > 31.41) = 0.05$



Degrees of freedom \ Pr	.995	.990	.975	.950	.900
1	$392704 \times 10^{-10}$	$157088 \times 10^{-8}$	$982069 \times 10^{-9}$	$393214 \times 10^{-8}$	.0157908
2	.0100251	.0201007	.0506356	.102587	.210720
3	.0717212	.114832	.215795	.351846	.584375
4	.206990	.297110	.484419	.710721	1.063623
5	.411740	.554300	.831211	1.145476	1.61031
6	.675727	.872085	1.237347	1.63539	2.20413
7	.989265	1.239043	1.68987	2.16735	2.83311
8	1.344419	1.646482	2.17973	2.73264	3.48954
9	1.734926	2.087912	2.70039	3.32511	4.16816
10	2.15585	2.55821	3.24697	3.94030	4.86518
11	2.60321	3.05347	3.81575	4.57481	5.57779
12	3.07382	3.57056	4.40379	5.22603	6.30380
13	3.56503	4.10691	5.00874	5.89186	7.04150
14	4.07468	4.66043	5.62872	6.57063	7.78953
15	4.60094	5.22935	6.26214	7.26094	8.54675
16	5.14224	5.81221	6.90766	7.96164	9.31223
17	5.69724	6.40776	7.56413	8.67176	10.0852
18	6.26481	7.01491	8.23075	9.39046	10.8649
19	6.84398	7.63273	8.90655	10.1170	11.6509
20	7.43386	8.26040	9.59083	10.8508	12.4426
21	8.03366	8.89720	10.28293	11.5913	13.2396
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	14.0415
23	9.26042	10.19567	11.6885	13.0905	14.8479
24	9.88623	10.8564	12.4011	13.8484	15.6587
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	16.4734
26	11.1603	12.1981	13.8439	15.3791	17.2919
27	11.8076	12.8786	14.5733	16.1513	18.1138
28	12.4613	13.5648	15.3079	16.9279	18.9392
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7083	19.7677
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4926	20.5992
40	20.7065	22.1643	24.4331	26.5093	29.0505
50	27.9907	29.7067	32.3574	34.7642	37.6886
60	35.5346	37.4848	40.4817	43.1879	46.4589
70	43.2752	45.4418	48.7576	51.7393	55.3290
80	51.1720	53.5400	57.1532	60.3915	64.2778
90	59.1963	61.7541	65.6466	69.1260	73.2912
100*	67.3276	70.0648	74.2219	77.9295	82.3581

\*For  $df$  greater than 100 the expression  $\sqrt{5\chi^2} - \sqrt{2k-1} = Z$  follows the standardized normal distribution, where  $k$  represents the degrees of freedom.

.750	.500	.250	.100	.050	.025	.010	.005
.1015308	.454937	1.32330	2.70554	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944
.575364	1.38629	2.77259	4.40517	5.99147	7.37776	9.21034	10.5966
1.212534	2.36597	4.10835	6.25139	7.81473	9.34840	11.3449	12.8381
1.92255	3.35670	5.38527	7.77944	9.48773	11.1433	13.2767	14.8602
2.67460	4.35146	6.62560	9.23635	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496
3.45460	5.34812	7.84080	10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476
4.25485	6.34581	9.03715	12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777
5.07064	7.34412	10.2188	13.3616	15.5073	17.5346	20.0902	21.9550
5.89883	8.34283	11.3887	14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893
6.73720	9.34182	12.5489	15.9871	18.3070	20.4831	23.2093	25.1882
7.58412	10.3410	13.7007	17.2750	19.6751	21.9200	24.7250	26.7569
8.43042	11.3403	14.8454	18.5494	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995
9.29906	12.3396	15.9839	19.8119	22.3621	24.7356	27.6893	29.8194
10.1633	13.3393	17.1170	21.0642	23.6848	26.1190	29.1413	31.3193
11.0365	14.3389	18.2451	22.3072	24.9558	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	20.4867	24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185
13.6753	17.3379	21.6049	25.9894	28.8693	31.5264	34.8055	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	24.9346	29.6151	32.6705	35.4789	38.9321	41.4010
17.2396	21.3370	26.0393	30.8135	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	39.3561	42.9798	45.5585
19.9393	24.3366	29.3389	34.3816	37.6525	40.6465	44.3141	46.9278
20.8434	25.3364	30.4345	35.5631	38.8852	41.9232	45.6417	48.2899
21.7494	26.3363	31.5284	36.7412	40.1133	43.1944	46.9630	49.6449
22.6572	27.3363	32.6205	37.9159	41.3372	44.4607	48.2782	50.9933
23.5666	28.3362	33.7109	39.0875	42.5569	45.7222	49.5879	52.3356
24.4776	29.3360	34.7998	40.2560	43.7729	46.9792	50.8922	53.6720
33.6603	39.3354	45.6160	51.8050	55.7585	59.3417	63.8907	66.7659
42.9421	49.3349	56.3336	63.1671	67.5048	71.4202	75.1539	79.4900
52.2938	59.3347	66.9814	74.3970	79.0819	83.2977	88.3794	91.9517
61.6983	69.3344	77.5766	85.3271	90.5312	95.0231	100.425	104.315
71.1445	79.3343	88.1303	96.5782	101.879	106.629	112.329	116.321
80.6247	89.3342	98.6499	107.565	113.145	118.136	124.116	128.299
90.1332	99.3341	109.141	118.498	124.342	129.551	135.807	140.169

Source: Abridged from E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3rd ed., table K, Cambridge University Press, New York, 1966.  
 Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

TABLE D.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	
	$d_L$	$d_U$																		
6	0.610	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.356	0.467	1.096	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.761	1.332	0.559	1.077	0.368	2.297	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.824	1.320	0.629	1.099	0.455	2.128	0.296	2.588	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.879	1.320	0.697	1.041	0.525	2.016	0.376	2.414	0.243	2.827	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.927	1.324	0.758	1.004	0.595	1.928	0.444	2.283	0.316	2.645	0.203	3.005	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.812	1.079	0.658	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.264	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.861	1.062	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.390	0.328	2.692	0.230	2.985	0.147	3.260	—	—	—	—
14	1.045	1.350	0.905	1.051	0.767	1.779	0.632	2.030	0.503	2.298	0.389	2.572	0.286	2.848	0.206	3.111	0.127	3.360	—	—
15	1.077	1.361	0.946	1.043	0.814	1.750	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.473	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	0.111	3.438
16	1.106	1.371	0.983	1.039	0.857	1.728	0.734	1.935	0.615	2.157	0.502	2.388	0.398	2.624	0.304	2.860	0.222	3.090	0.155	3.504
17	1.133	1.381	1.015	1.036	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	0.199	3.568
18	1.158	1.391	1.044	1.035	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.500	2.481	0.407	2.667	0.321	2.873	0.244	3.623
19	1.180	1.401	1.074	1.036	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	3.674
20	1.201	1.411	1.100	1.037	0.998	1.676	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	3.720
21	1.221	1.420	1.125	1.038	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.732	2.124	0.637	2.290	0.547	2.469	0.461	2.633	0.380	3.766
22	1.239	1.429	1.147	1.041	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	0.424	3.734
23	1.257	1.437	1.168	1.043	1.078	1.660	0.986	1.783	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	0.465	3.770
24	1.273	1.446	1.188	1.046	1.101	1.656	1.013	1.771	0.925	1.902	0.837	2.035	0.751	2.174	0.666	2.318	0.584	2.464	0.506	3.805
25	1.288	1.454	1.206	1.050	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.888	0.868	2.012	0.784	2.144	0.703	2.280	0.621	2.415	0.544	3.840
26	1.302	1.461	1.224	1.055	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.873	0.897	1.992	0.816	2.117	0.735	2.244	0.657	2.379	0.581	3.875
27	1.316	1.469	1.240	1.058	1.162	1.651	1.084	1.753	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.093	0.767	2.214	0.691	2.342	0.616	3.910
28	1.329	1.476	1.255	1.060	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	3.941
29	1.341	1.483	1.270	1.063	1.198	1.650	1.124	1.742	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.830	2.164	0.753	2.278	0.682	3.968
30	1.352	1.489	1.284	1.067	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931	0.926	2.034	0.854	2.141	0.782	2.251	0.712	3.993
31	1.363	1.496	1.297	1.070	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	4.018
32	1.373	1.502	1.309	1.074	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.908	0.972	2.004	0.904	2.102	0.836	2.203	0.769	4.036
33	1.383	1.508	1.321	1.077	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900	0.994	1.991	0.927	2.085	0.861	2.181	0.795	4.051
34	1.393	1.514	1.332	1.080	1.271	1.652	1.209	1.728	1.144	1.808	1.080	1.891	1.015	1.979	0.950	2.069	0.885	2.160	0.821	4.067
35	1.402	1.519	1.343	1.084	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	4.081
36	1.411	1.525	1.354	1.087	1.295	1.654	1.234	1.724	1.175	1.799	1.114	1.877	1.053	1.957	0.991	2.041	0.930	2.127	0.868	4.095
37	1.419	1.530	1.364	1.090	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	4.108
38	1.427	1.535	1.373	1.094	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864	1.088	1.939	1.028	2.017	0.970	2.098	0.912	4.120
39	1.435	1.540	1.382	1.097	1.328	1.657	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.085	0.932	4.134
40	1.442	1.544	1.391	1.100	1.338	1.657	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	4.149
45	1.475	1.566	1.430	1.113	1.385	1.666	1.336	1.720	1.287	1.778	1.238	1.853	1.189	1.895	1.139	1.956	1.080	2.022	1.038	4.188
50	1.503	1.585	1.462	1.126	1.421	1.674	1.378	1.721	1.335	1.771	1.291	1.852	1.246	1.875	1.201	1.930	1.156	1.986	1.110	4.244
55	1.528	1.601	1.490	1.141	1.452	1.681	1.414	1.724	1.378	1.768	1.334	1.854	1.294	1.861	1.253	1.909	1.212	1.959	1.170	4.280
60	1.549	1.616	1.514	1.152	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.858	1.335	1.850	1.298	1.894	1.260	1.919	1.222	4.304
65	1.567	1.629	1.536	1.162	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.865	1.370	1.843	1.336	1.882	1.301	1.923	1.266	4.324
70	1.583	1.641	1.554	1.172	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.862	1.401	1.837	1.369	1.873	1.327	1.910	1.305	4.348
75	1.598	1.652	1.571	1.180	1.543	1.707	1.513	1.739	1.487	1.770	1.458	1.861	1.428	1.834	1.399	1.867	1.369	1.901	1.339	4.365
80	1.611	1.662	1.586	1.188	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.772	1.480	1.861	1.453	1.831	1.425	1.861	1.397	1.893	1.369	4.385
85	1.624	1.671	1.600	1.196	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.861	1.474	1.829	1.448	1.857	1.422	1.886	1.396	4.406
90	1.635	1.679	1.612	1.203	1.589	1.728	1.566	1.751	1.542	1.776	1.518	1.861	1.494	1.827	1.469	1.854	1.445	1.877	1.423	4.420
95	1.645	1.687	1.623	1.209	1.602	1.732	1.579	1.755	1.557	1.778	1.535	1.862	1.512	1.827	1.489	1.852	1.465	1.877	1.443	4.433
100	1.654	1.694	1.634	1.215	1.613	1.736	1.592	1.758	1.571	1.780	1.550	1.863	1.528	1.826	1.508	1.850	1.484	1.874	1.462	4.445
150	1.720	1.746	1.706	1.260	1.693	1.774	1.679	1.788	1.665	1.802	1.631	1.817	1.637	1.832	1.622	1.847	1.608	1.862	1.594	1.677
200	1.758	1.778	1.748	1.788	1.736	1.799	1.728	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831	1.697	1.841	1.688	1.852	1.675	1.863	1.663	1.674

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>																		
16	0.098	3.503																		
17	0.138	3.378	0.087	3.557																
18	0.177	3.285	0.128	3.441	0.078	3.603														
19	0.220	3.159	0.160	3.333	0.111	3.496	0.070	3.643												
20	0.263	3.063	0.200	3.254	0.145	3.395	0.100	3.543	0.063	3.676										
21	0.307	2.976	0.240	3.141	0.182	3.300	0.132	3.448	0.091	3.583	0.058	3.705								
22	0.347	2.887	0.281	3.057	0.220	3.211	0.166	3.338	0.120	3.495	0.083	3.619	0.052	3.711						
23	0.391	2.836	0.322	2.979	0.259	3.128	0.201	3.272	0.153	3.406	0.110	3.555	0.076	3.650	0.048	3.755				
24	0.431	2.761	0.362	2.906	0.297	3.053	0.239	3.193	0.180	3.327	0.141	3.454	0.101	3.572	0.070	3.678	0.044	3.775		
25	0.470	2.702	0.400	2.844	0.335	2.983	0.275	3.119	0.221	3.251	0.172	3.378	0.130	3.494	0.094	3.694	0.045	3.781	0.641	3.750
26	0.508	2.649	0.438	2.784	0.375	2.918	0.312	3.051	0.256	3.179	0.205	3.303	0.160	3.420	0.120	3.531	0.087	3.652	0.660	3.724
27	0.544	2.607	0.475	2.730	0.409	2.879	0.344	2.987	0.291	3.112	0.238	3.233	0.149	3.349	0.149	3.480	0.112	3.583	0.681	3.658
28	0.578	2.555	0.510	2.680	0.449	2.809	0.381	2.926	0.325	3.042	0.269	3.168	0.222	3.283	0.178	3.392	0.138	3.495	0.704	3.582
29	0.612	2.515	0.544	2.634	0.479	2.755	0.418	2.879	0.359	2.992	0.302	3.107	0.254	3.219	0.205	3.327	0.168	3.437	0.729	3.528
30	0.643	2.477	0.577	2.592	0.512	2.708	0.451	2.823	0.392	2.937	0.332	3.050	0.286	3.140	0.238	3.266	0.195	3.388	0.756	3.485
31	0.674	2.443	0.600	2.553	0.545	2.665	0.484	2.779	0.425	2.887	0.370	2.994	0.317	3.103	0.269	3.208	0.224	3.369	0.783	3.446
32	0.703	2.411	0.633	2.517	0.578	2.625	0.515	2.733	0.457	2.848	0.401	2.946	0.349	3.050	0.299	3.157	0.253	3.351	0.811	3.408
33	0.731	2.382	0.668	2.484	0.606	2.588	0.546	2.692	0.488	2.799	0.432	2.899	0.379	3.000	0.329	3.117	0.283	3.333	0.839	3.373
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	3.315	0.867	3.340
35	0.783	2.331	0.722	2.425	0.663	2.521	0.604	2.619	0.547	2.718	0.492	2.813	0.439	2.910	0.388	3.003	0.340	3.299	0.895	3.310
36	0.808	2.309	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	2.941	0.369	3.283	0.923	3.282
37	0.831	2.289	0.772	2.374	0.714	2.464	0.657	2.557	0.602	2.644	0.548	2.758	0.495	2.879	0.445	2.920	0.397	3.268	0.951	3.257
38	0.854	2.265	0.796	2.351	0.739	2.438	0.683	2.528	0.628	2.614	0.575	2.708	0.522	2.860	0.472	2.886	0.424	3.254	0.979	3.234
39	0.875	2.244	0.819	2.329	0.763	2.413	0.707	2.499	0.653	2.580	0.600	2.671	0.549	2.837	0.499	2.861	0.451	3.240	1.007	3.212
40	0.896	2.228	0.840	2.309	0.785	2.391	0.731	2.471	0.678	2.557	0.626	2.643	0.575	2.824	0.525	2.838	0.477	3.227	1.035	3.190
41	0.909	2.198	0.863	2.285	0.807	2.366	0.754	2.447	0.700	2.438	0.740	2.512	0.601	2.806	0.548	2.816	0.500	3.215	1.063	3.169
42	0.924	2.171	0.883	2.263	0.827	2.342	0.775	2.422	0.721	2.417	0.761	2.486	0.626	2.784	0.571	2.794	0.523	3.201	1.091	3.149
43	0.938	2.146	0.901	2.242	0.846	2.319	0.795	2.397	0.741	2.394	0.781	2.461	0.649	2.761	0.594	2.761	0.546	3.187	1.119	3.129
44	0.951	2.122	0.918	2.222	0.864	2.297	0.814	2.374	0.760	2.371	0.801	2.436	0.671	2.728	0.617	2.728	0.569	3.173	1.147	3.109
45	0.964	2.100	0.934	2.203	0.881	2.276	0.832	2.352	0.778	2.348	0.820	2.411	0.693	2.694	0.640	2.694	0.591	3.159	1.175	3.089
46	0.976	2.079	0.949	2.185	0.897	2.256	0.849	2.331	0.795	2.325	0.838	2.386	0.715	2.661	0.662	2.661	0.613	3.145	1.203	3.069
47	0.987	2.060	0.963	2.168	0.912	2.237	0.865	2.307	0.812	2.302	0.855	2.361	0.736	2.628	0.683	2.628	0.635	3.131	1.231	3.049
48	0.997	2.042	0.976	2.152	0.926	2.219	0.880	2.284	0.827	2.279	0.872	2.336	0.757	2.594	0.704	2.594	0.656	3.117	1.259	3.029
49	1.007	2.025	0.988	2.137	0.939	2.202	0.894	2.262	0.841	2.257	0.888	2.311	0.777	2.561	0.725	2.561	0.677	3.103	1.287	3.009
50	1.016	2.010	0.999	2.122	0.951	2.186	0.907	2.241	0.854	2.237	0.901	2.286	0.798	2.528	0.746	2.528	0.698	3.089	1.315	2.989
60	1.184	2.031	1.145	2.079	1.108	2.127	1.065	2.177	1.029	2.227	0.990	2.278	0.931	2.330	0.913	2.332	0.874	2.434	0.836	2.487
65	1.231	2.006	1.191	2.046	1.140	2.091	1.118	2.158	1.080	2.184	1.012	2.229	1.016	2.276	0.980	2.325	0.944	2.371	0.868	2.419
70	1.272	1.988	1.235	2.026	1.206	2.066	1.172	2.136	1.135	2.148	1.045	2.189	1.072	2.250	1.034	2.275	1.003	2.348	0.971	2.362
75	1.308	1.970	1.277	2.008	1.247	2.043	1.215	2.080	1.184	2.118	1.115	2.156	1.121	2.195	1.099	2.255	1.058	2.329	1.032	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	1.185	2.165	1.136	2.201	1.106	2.298	1.076	2.275
85	1.369	1.946	1.342	1.977	1.315	2.009	1.287	2.040	1.260	2.079	1.232	2.103	1.205	2.139	1.177	2.172	1.148	2.286	1.121	2.241
90	1.395	1.937	1.368	1.966	1.344	1.995	1.318	2.025	1.292	2.051	1.266	2.085	1.240	2.116	1.213	2.148	1.187	2.179	1.160	2.211
95	1.418	1.929	1.394	1.956	1.370	1.984	1.348	2.012	1.321	2.040	1.296	2.068	1.271	2.097	1.247	2.128	1.222	2.156	1.197	2.186
100	1.439	1.923	1.416	1.948	1.397	1.975	1.371	2.000	1.347	2.030	1.324	2.053	1.301	2.080	1.277	2.108	1.253	2.130	1.229	2.164
150	1.579	1.892	1.564	1.908	1.556	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	2.049
200	1.654	1.885	1.643	1.898	1.632	1.904	1.621	1.919	1.610	1.933	1.599	1.943	1.586	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. 1889-96 and as corrected by R. W. Fairbrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

**EXAMPLE 1**

if  $n = 40$  and  $k = 4$ ,  $d_L = 1.285$  and  $d_U = 1.721$ . if a computed  $d$  value is less than 1.285, there is evidence of positive first-order serial correlation; if it is greater than 1.721, there is no evidence of positive first-order serial correlation; but if  $d$  lies between the lower and the upper limit, there is inconclusive evidence regarding the presence or absence of positive first-order serial correlation.

TABLE D.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	
	$d_L$	$d_U$																		
6	0.390	1.142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.435	1.036	0.294	1.674	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.497	1.003	0.345	1.489	0.229	2.102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.534	0.990	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	0.633	1.010	0.519	1.297	0.396	1.649	0.286	2.020	0.193	2.433	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	0.184	2.665	0.105	3.053	—	—	—	—	—	—
13	0.736	1.038	0.616	1.261	0.499	1.526	0.391	1.826	0.294	2.130	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	2.334	0.183	2.667	0.122	2.981	0.078	3.287	—	—
15	0.811	1.070	0.700	1.252	0.591	1.464	0.488	1.704	0.391	1.987	0.303	2.284	0.226	2.530	0.161	2.817	0.101	3.101	0.068	3.374
16	0.844	1.086	0.737	1.253	0.633	1.446	0.532	1.661	0.437	1.900	0.349	2.133	0.268	2.416	0.200	2.681	0.142	2.934	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	0.395	2.078	0.313	2.319	0.241	2.566	0.179	2.811	0.127	3.051
18	0.902	1.118	0.805	1.259	0.708	1.422	0.613	1.604	0.521	1.801	0.435	2.013	0.355	2.218	0.282	2.467	0.218	2.697	0.160	2.925
19	0.928	1.132	0.835	1.265	0.742	1.415	0.650	1.584	0.561	1.767	0.476	1.963	0.396	2.109	0.322	2.381	0.255	2.597	0.198	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	2.150	0.362	2.308	0.294	2.510	0.232	2.714
21	0.975	1.161	0.890	1.277	0.803	1.408	0.718	1.554	0.633	1.712	0.552	1.881	0.474	2.059	0.400	2.244	0.331	2.494	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	0.423	2.180	0.368	2.367	0.304	2.548
23	1.018	1.187	0.938	1.291	0.858	1.407	0.777	1.534	0.698	1.673	0.620	1.821	0.545	1.977	0.473	2.140	0.404	2.308	0.340	2.479
24	1.037	1.199	0.960	1.298	0.882	1.407	0.805	1.528	0.728	1.658	0.652	1.797	0.578	1.944	0.507	2.097	0.439	2.255	0.375	2.417
25	1.053	1.211	0.981	1.305	0.906	1.409	0.831	1.523	0.755	1.645	0.682	1.776	0.610	1.915	0.540	2.039	0.473	2.209	0.409	2.362
26	1.072	1.222	1.001	1.312	0.928	1.411	0.853	1.518	0.781	1.633	0.711	1.759	0.640	1.889	0.572	2.026	0.505	2.168	0.441	2.313
27	1.089	1.233	1.019	1.319	0.949	1.413	0.878	1.515	0.808	1.626	0.738	1.743	0.669	1.867	0.602	1.997	0.538	2.131	0.473	2.269
28	1.104	1.244	1.033	1.325	0.969	1.415	0.900	1.513	0.832	1.618	0.764	1.729	0.696	1.847	0.630	1.970	0.568	2.098	0.504	2.229
29	1.118	1.254	1.054	1.332	0.988	1.418	0.921	1.512	0.855	1.611	0.789	1.718	0.723	1.830	0.658	1.947	0.595	2.068	0.533	2.193
30	1.233	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	1.423	0.960	1.510	0.897	1.601	0.834	1.696	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	0.938	1.594	0.876	1.683	0.816	1.776	0.757	1.874	0.699	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	1.866	0.722	1.957	0.665	2.057
35	1.195	1.307	1.140	1.370	1.085	1.439	1.028	1.512	0.971	1.589	0.914	1.671	0.857	1.757	0.800	1.847	0.744	1.940	0.689	2.037
36	1.206	1.315	1.153	1.376	1.098	1.442	1.045	1.513	0.988	1.588	0.932	1.666	0.877	1.749	0.821	1.836	0.766	1.925	0.711	2.018
37	1.217	1.323	1.165	1.382	1.112	1.446	1.058	1.514	1.004	1.588	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	1.733	0.860	1.816	0.807	1.899	0.754	1.988
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	1.725	0.878	1.807	0.829	1.887	0.774	1.970
40	1.246	1.344	1.198	1.398	1.148	1.457	1.098	1.518	1.048	1.584	0.997	1.652	0.946	1.724	0.895	1.799	0.844	1.876	0.794	1.954
45	1.288	1.376	1.243	1.421	1.201	1.474	1.156	1.520	1.111	1.584	1.065	1.643	1.019	1.704	0.924	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	1.168	1.587	1.125	1.638	1.081	1.682	1.039	1.748	0.997	1.805	0.933	1.864
55	1.356	1.427	1.320	1.466	1.284	1.506	1.247	1.548	1.209	1.592	1.172	1.638	1.134	1.685	1.095	1.734	1.057	1.785	1.018	1.837
60	1.383	1.449	1.350	1.484	1.317	1.520	1.283	1.558	1.249	1.598	1.214	1.630	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	1.188	1.720	1.133	1.761	1.120	1.802
70	1.429	1.485	1.400	1.515	1.372	1.546	1.343	1.578	1.313	1.611	1.283	1.645	1.253	1.680	1.223	1.716	1.162	1.784	1.162	1.792
75	1.448	1.501	1.422	1.529	1.395	1.557	1.368	1.587	1.340	1.617	1.313	1.649	1.284	1.682	1.256	1.714	1.227	1.748	1.199	1.783
80	1.466	1.513	1.441	1.541	1.416	1.568	1.390	1.595	1.364	1.624	1.338	1.659	1.312	1.683	1.285	1.714	1.259	1.745	1.237	1.777
85	1.482	1.526	1.458	1.553	1.435	1.578	1.411	1.603	1.386	1.630	1.367	1.687	1.337	1.685	1.312	1.714	1.287	1.743	1.262	1.773
90	1.496	1.540	1.474	1.563	1.452	1.587	1.429	1.611	1.406	1.636	1.393	1.691	1.361	1.680	1.337	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	1.407	1.696	1.381	1.670	1.358	1.715	1.336	1.741	1.313	1.767
100	1.522	1.562	1.503	1.583	1.482	1.604	1.462	1.625	1.441	1.647	1.421	1.670	1.400	1.693	1.378	1.717	1.357	1.741	1.335	1.765
150	1.611	1.637	1.598	1.631	1.584	1.611	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	1.787
200	1.684	1.684	1.653	1.685	1.643	1.704	1.633	1.733	1.623	1.725	1.613	1.715	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>1</sub>	d <sub>2</sub>																			
16	0.060	3.446																			
17	0.084	3.285	0.053	3.506																	
18	0.115	3.148	0.075	3.358	0.047	3.357															
19	0.145	3.023	0.102	3.227	0.067	3.420	0.043	3.601													
20	0.178	2.914	0.131	3.109	0.092	3.287	0.081	3.474	0.038	3.639											
21	0.212	2.817	0.162	3.004	0.119	3.185	0.084	3.358	0.053	3.521	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	0.048	3.597	0.029	3.725					
24	0.315	2.580	0.260	2.744	0.209	2.906	0.163	3.065	0.125	3.218	0.092	3.363	0.065	3.501	0.041	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	3.766	
26	0.381	2.460	0.324	2.610	0.272	2.758	0.224	2.906	0.180	3.050	0.141	3.191	0.107	3.323	0.079	3.452	0.055	3.572	0.024	3.852	
27	0.413	2.409	0.355	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	0.021	3.802	
28	0.444	2.361	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	2.312	0.417	2.451	0.363	2.582	0.313	2.713	0.266	2.843	0.222	2.972	0.182	3.098	0.146	3.220	0.114	3.338	0.087	3.450	
30	0.503	2.263	0.447	2.407	0.393	2.533	0.342	2.659	0.294	2.785	0.249	2.909	0.208	3.032	0.171	3.152	0.137	3.267	0.109	3.379	
31	0.531	2.214	0.475	2.367	0.422	2.487	0.371	2.609	0.322	2.730	0.277	2.831	0.234	2.970	0.196	3.087	0.160	3.201	0.128	3.311	
32	0.558	2.165	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	2.116	0.530	2.296	0.477	2.408	0.428	2.520	0.377	2.633	0.331	2.746	0.287	2.858	0.246	2.969	0.209	3.078	0.174	3.184	
34	0.610	2.067	0.556	2.266	0.503	2.373	0.452	2.481	0.404	2.586	0.357	2.699	0.313	2.808	0.272	2.915	0.233	3.022	0.197	3.126	
35	0.634	2.018	0.581	2.237	0.529	2.340	0.478	2.444	0.430	2.546	0.383	2.651	0.339	2.761	0.297	2.865	0.257	2.969	0.221	3.071	
36	0.658	1.969	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	1.920	0.629	2.186	0.578	2.282	0.528	2.379	0.480	2.477	0.434	2.576	0.389	2.675	0.347	2.774	0.306	2.872	0.268	2.969	
38	0.702	1.871	0.651	2.164	0.601	2.256	0.552	2.350	0.504	2.443	0.458	2.540	0.414	2.637	0.371	2.773	0.330	2.828	0.291	2.923	
39	0.723	1.822	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	2.783	0.315	2.879	
40	0.744	1.773	0.694	2.123	0.645	2.210	0.597	2.297	0.551	2.386	0.505	2.476	0.461	2.564	0.418	2.651	0.377	2.746	0.338	2.838	
45	0.835	1.972	0.790	2.044	0.744	2.138	0.700	2.191	0.655	2.269	0.612	2.346	0.570	2.424	0.528	2.503	0.480	2.582	0.448	2.661	
50	0.913	1.925	0.871	1.967	0.829	2.051	0.787	2.116	0.746	2.182	0.705	2.250	0.665	2.318	0.625	2.387	0.586	2.456	0.548	2.526	
55	0.979	1.881	0.945	1.945	0.902	2.002	0.863	2.059	0.825	2.117	0.786	2.178	0.748	2.237	0.711	2.298	0.674	2.359	0.637	2.421	
60	1.037	1.865	1.001	1.914	0.965	1.964	0.929	2.015	0.889	2.087	0.857	2.140	0.822	2.173	0.786	2.227	0.751	2.283	0.714	2.338	
65	1.087	1.845	1.053	1.889	1.020	1.934	0.986	1.980	0.953	2.027	0.919	2.075	0.884	2.123	0.852	2.172	0.819	2.221	0.784	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	2.018	0.949	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	1.979	1.023	2.009	0.993	2.049	0.964	2.095	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	1.994	1.039	2.032	1.011	2.059	0.983	2.097	0.955	2.135	
85	1.238	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	1.884	1.166	1.917	1.141	1.948	1.118	1.979	1.091	2.012	1.066	2.044	1.041	2.077	
95	1.290	1.793	1.267	1.821	1.244	1.848	1.221	1.876	1.197	1.905	1.174	1.934	1.150	1.963	1.126	1.993	1.102	2.023	1.079	2.054	
100	1.314	1.790	1.292	1.816	1.270	1.841	1.248	1.868	1.223	1.885	1.203	1.922	1.181	1.949	1.158	1.977	1.136	2.006	1.113	2.034	
150	1.475	1.783	1.458	1.799	1.444	1.814	1.429	1.836	1.414	1.847	1.400	1.863	1.385	1.880	1.370	1.897	1.359	1.913	1.340	1.931	
200	1.561	1.791	1.550	1.801	1.539	1.813	1.528	1.824	1.518	1.836	1.507	1.847	1.493	1.860	1.484	1.871	1.474	1.883	1.462	1.894	

Note: n = number of observations.  
 K = number of explanatory variables excluding the constant term.  
 Source: Sevin and White, op. cit., by permission of the Econometric Society.

[This question paper contains 8 printed pages.]

Your Roll No.....R.....



Sr. No. of Question Paper : 4258

Unique Paper Code : 12277507

Name of the Paper : Public Economics

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

Semester : V

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. All questions carry equal marks.
3. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

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

P.T.O.

2. किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। सभी प्रश्नों के समान अंक हैं।
3. 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 expenditure at each stage of the development process in terms of efficiency and equity. (7)
- (b) "More progressivity implies more deadweight loss". Explain this statement and calculate the deadweight loss of progressive taxation. (8)
- (अ) दक्षता और समानता के संदर्भ में विकास प्रक्रिया के प्रत्येक चरण में व्यय का वर्णन करें।
- (ख) "अधिक प्रगतिशील कर का अर्थ, अधिक डेड वेट लॉस" इस कथन की व्याख्या करें और प्रगतिशील कराधान के डेड वेट लॉस की गणना करें।
2. (a) Explain the method for providing goods that are non-rival in consumption but excludable in nature. (9)
- (b) Assume mobility cost is zero then show how individual can choose a local authority in which to reside. (6)

- (अ) ऐसी वस्तुएँ उपलब्ध कराने की विधि की व्याख्या कीजिए जो उपभोग में अप्रतिस्पर्धी हैं लेकिन प्रकृति में अपवर्जित हैं।
- (ख) मान लें कि गतिशीलता लागत शून्य है, तो दिखाएं कि व्यक्ति स्वामीय प्राधिकरण को कैसे चुन सकता है जिसमें निवास करना है।

3. (a) A firm, S, produces steel but also produces waste that contaminates a nearby river. Steel can be sold for \$10 per ton. The cost function of the steel firm is given by  $c_s(s) = s^2$ , where  $s$  is the output of steel in tons. The level of waste,  $x$ , is related to output by  $x = 0.1s$ . A fish farm, F is located downstream and is negatively affected by the waste polluting the water. Every fish produced by the farm can be sold for \$2. The cost function of the fish farm is given by  $c_f(f; x) = f + x^2$ . The fish farm has a capacity constraint  $f \leq 10$ .

- (i) Compute the optimal output of the steel firm if it makes its decision without any constraint. Assume now that the firm must compensate the fishing club members an amount \$ $q$  per unit of waste that is produced.

P.T.O.

(ii) Compute the optimal value of  $q$ , the optimal steel output and the profit levels of the steel firms and the fishery.

(iii) Compare the optimal values of part (i) and (ii), and explain any differences. (9)

(b) Describe the income and substitution effect of an increase in the interest rate for a borrower. What does this imply for the effect of eliminating tax deductibility of interest payments? (6)

(अ) एक फर्म, एस, स्टील का उत्पादन करती है, लेकिन अपशिष्ट भी पैदा करती है जो पास की नदी को दूषित करती है। स्टील को 10 डॉलर प्रति टन के हिसाब से बेचा जा सकता है। स्टील फर्म का लागत फलन  $C_s(s) = s^2$  द्वारा दिया जाता है, जहाँ  $s$  स्टील का उत्पादन टन में है। अपशिष्ट  $x$  का स्तर  $x = 0.1s$  द्वारा आउटपुट से संबंधित है। एक मछली फार्म, एफ नीचे की ओर स्थित है और पानी को प्रदूषित करने वाले कचरे से नकारात्मक रूप से प्रभावित है। फार्म द्वारा उत्पादित प्रत्येक मछली  $S_2$  को लिए बेची जा सकती है। फिश फार्म का लागत फलन  $C_f(f; x) = f + x^2$  द्वारा दिया जाता है। मछली फार्म की क्षमता बाधा  $f \leq 10$  है।

(i) स्टील फर्म को इष्टतम आउटपुट की गणना करें यदि वह बिना किसी बाधा के अपना निर्णय लेती है।

(ii) अब मान लें कि फर्म को फिशिंग क्लब के सदस्यों को उत्पादित होने वाले कचरे की प्रति यूनिट  $Sq$  की राशि का मुआवजा देना चाहिए  $q$  के इष्टतम मूल्य, इष्टतम इस्पात उत्पादन और इस्पात फर्मों और मत्स्य पालन के लाभ स्तरों की गणना करें।

(iii) भाग (i) और (ii) के इष्टतम मूल्यों की तुलना करें और किसी भी अंतर की व्याख्या करें।

(ख) एक उधारकर्ता के लिए ब्याज दर में वृद्धि के आय और प्रतिस्थापन प्रभाव का वर्णन करें। ब्याज भुगतान की कर कटौती को समाप्त करने के प्रभाव के लिए इसका क्या अर्थ है?

4. (a) Describe the benefits a bureaucrat can obtain from an increase in bureau size. Are there any private costs? (8)

(b) Consider a mineral that is in fixed supply,  $Q^s = 4$ . The demand for the mineral is given by  $Q^d = 10 - 2p$ , where  $p$  is the price per pound and  $Q^d$  is the quantity demanded. The government imposes a tax of \$2 per pond on the consumer.

(i) What is the price paid by the consumer before the tax is imposed and in the post-tax equilibrium?

P.T.O.

(ii) What is the price received by the producer?

(iii) How much revenue is raised and deadweight loss? (2+2+3=7)

(अ) ब्यूरो के आकार में वृद्धि से एक नौकरशाह को मिलने वाले लाभों का वर्णन कीजिए। क्या कोई निजी लागत है?

(ख) एक स्वनिज पर विचार करें जो निश्चित आपूर्ति में है,  $Q_s = 4$ । स्वनिज की मांग  $Q_d = 10 - 2p$  द्वारा दी गई है, जहाँ  $p$  मूल्य प्रति पाउंड है और  $Q_d$  मांग की गई मात्रा है। सरकार उपभोक्ता पर \$2 प्रति पाउंड का कर लगाती है।

(i) कर लगाए जाने से पहले और कर-पश्चात संतुलन में उपभोक्ता द्वारा भुगतान की गई कीमत क्या है?

(ii) उत्पादक द्वारा प्राप्त मूल्य क्या है?

(iii) कितना राजस्व जुटाया जाता है और हेडवेट लॉस होता है।

5. (a) How do inverse elasticity rule describes an efficient way to tax the commodities but not an equitable way? Explain. (9)

(b) If the probability of detection is too small explain the relationship between fine rate and evasion. (6)

(अ) व्युत्क्रम लोच नियम कैसे वस्तुओं पर कर लगाने के एक कुशल तरीके का वर्णन करता है लेकिन न्यायसंगत तरीके से नहीं। व्याख्या कीजिये।

(ख) यदि पता लगाने की संभावना बहुत कम है, तो अर्थदंड दर और कर चोरी के बीच संबंध की व्याख्या कीजिये।

6. (a) What are the benefits of Goods and Service Tax in terms of revenue, productivity and costs? Explain using Govinda Rao's approach for envisioning tax policy. Also, what are progress and prospects of GST in India. (8)

(b) Critically examine how can Pigouvian Taxation help to solve the problem of Externalities. (7)

(अ) राजस्व, उत्पादकता और लागत के संदर्भ में वस्तु और सेवा कर के क्या लाभ हैं? कर नीति की परिकल्पना के लिए गोविंदा राव के दृष्टिकोण का उपयोग करते हुए व्याख्या करें। साथ ही, भारत में जीएसटी की प्रगति और संभावनाएं बताइये।

(ख) आलोचनात्मक परीक्षण कीजिए कि पिगोवियन कराधान बाह्यताओं की समस्या को हल करने में कैसे मदद कर सकता है।

7. (a) What are the views of Ayush Bajaj and Gaurav Datt in financing the increased expenditure in lieu of health and economic crisis caused by Covid-19 pandemic? (8)
- (b) Elaborate the Mark up rule for setting price of Petroleum Oil & Lubricant products and sharing revenue space between Centre and State in context with DK Srivastava's. (7)
- (अ) कोविड-19 महामारी के कारण स्वास्थ्य और आर्थिक संकट के बड़े हुए खर्च के वित्तपोषण में आयुष बजाज और गौरव दत्त के क्या विचार हैं?
- (ख) डी के श्रीवास्तव के संदर्भ में पेट्रोलियम, तेल और स्त्रेहक उत्पादों की कीमत निर्धारित करने लिए मार्क अप नियम और केंद्र और राज्य के बीच राजस्व साझा करने का विस्तार से वर्णन कीजिये।

[This question paper contains 16 printed pages.]

Your Roll No.....



Sr. No. of Question Paper : 4260

Unique Paper Code : 12277509

Name of the Paper : International Trade

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

Semester : V

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 in all.
3. All questions carry equal marks.
4. Answers may be written either in English or Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

**छात्रों के लिए निर्देश**

1. इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिए।
2. कोई भी पाँच प्रश्न हल करें।

P.T.O.

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) Two economies A and B have labour forces of 500 and 1500, respectively. The tastes and preferences of these economies, over the two goods X and Y, are same and are given by the utility function  $U(X,Y)=X^{0.4}Y^{0.6}$ . In Country A, one unit of labour can produce 3 units of Good X; while in Country B, it can produce 5 units. Similarly, one unit of labour can produce 4 units of Good Y in Country A, whereas it can produce 8 units in Country B. Given this information, answer the following questions :
    - (i) What is the opportunity cost of producing X in terms of Y in Country A and B?
    - (ii) Under free trade, what is the equilibrium relative price and relative quantity? Illustrate the equilibrium using RD-RS diagram.

(iii) Discuss whether the economies would go for complete specialization? (10)

(b) In a simple specific factors model, Good A is produced using L (labour) and T (land), and Good B is produced using L (labour) and K (capital). There is an equi-proportionate increase in the prices of both goods A and B. Assess its impact on the income distribution of specific and mobile factors. Illustrate with a suitable diagram. (5)

(अ) दो अर्थव्यवस्थाओं A और B में क्रमशः 500 और 1500 की श्रम शक्ति है। इन अर्थव्यवस्थाओं के स्वाद और प्राथमिकताएं, दो वस्तुओं X और Y पर समान हैं और उपयोगिता फ़ंक्शन  $U(X,Y)=X^{0.4}Y^{0.6}$  द्वारा दी गई हैं। देश A में, श्रम की एक इकाई वस्तु X की 3 इकाइयों का उत्पादन कर सकती है जबकि देश B में, यह 5 इकाइयों का उत्पादन कर सकता है। इसी तरह, श्रम की एक इकाई देश B में, यह 5 इकाइयों का उत्पादन कर सकता है। इसी तरह, श्रम की एक इकाई देश A में वस्तु Y की 4 इकाइयों का उत्पादन कर सकती है, जबकि यह देश B में 8 इकाइयों का उत्पादन कर

P.T.O.

सकती है। इस जानकारी को देखते हुए, निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दें :

- (i) देश A और B में वाई के संदर्भ में एक्स के उत्पादन की अवसर लागत क्या है?
  - (ii) मुक्त व्यापार के तहत, संतुलन सापेक्ष कीमत और सापेक्ष मात्रा क्या क्या है? आरडी-आरएस आरेख का; उपयोग करके संतुलन को चित्रित करें।
  - (iii) चर्चा करें कि क्या अर्धव्यवस्थाएं पूर्ण विशेषज्ञता के लिए जाएंगी?
- (ब) एक साधारण विशिष्ट कारक मॉडल में, L (श्रम) और T (भूमि) का उपयोग करके वस्तु A का उत्पादन किया जाता है, और L (श्रम) और K (पूंजी) का उपयोग करके वस्तु B का उत्पादन किया जाता है। दोनों वस्तुओं A और B की कीमतों में समान-आनुपातिक वृद्धि हुई है। विशिष्ट और मोबाइल कारकों के आय वितरण पर इसके प्रभाव का आकलन करें। एक उपयुक्त आरेख के साथ चित्रण करें।

2. (a) Is it always true that trade increases the welfare of a nation? Under what circumstances would the concentration of industries in one country leave another country worse off when trade resumes between them? Explain with an example and a suitable diagram. (8)

(b) Consider two countries, Home and Foreign trading two goods, rice and wheat, under Standard Trade Model. Home is an importer of rice. Assess the impact of a tariff on the terms of trade of both Home and Foreign, if Home imposes a tariff on rice imports. Illustrate with the help of the RD-RS diagram. (7)

(अ) क्या यह हमेशा सच है कि व्यापार किसी राष्ट्र के कल्याण को बढ़ाता है? किन परिस्थितियों में एक देश में उद्योगों के संकेन्द्रण से दूसरे देश के बीच व्यापार फिर से शुरू होने पर स्थिति और खराब हो जाएगी? एक उदाहरण और एक उपयुक्त आरेख के साथ समझाइए।

P.T.O.

(ब) मानक व्यापार मॉडल के तहत दो देशों, घरेलू और विदेशी व्यापार दो वस्तुओं, चावल और गेहूं पर विचार करें। घर चावल का आयातक है। यदि होम चावल के आयात पर टैरिफ लगाता है तब घरेलू और विदेशी दोनों के व्यापार की शर्तों पर टैरिफ के प्रभाव का आकलन करें। RD-RS आरेख की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

3. (a) Under the assumptions of the same technology, tastes, and preferences and no costs or barriers to trade, the Heckscher-Ohlin-Vanek (HOV) model predicts that trade in goods is approximately the same as trade in factors. Discuss with the help of a diagram.

(b) In continuation to Part (a), it has been seen that empirically the trade in factors is far less than the trade in goods. Discuss.

(c) Explain Rybczynski's Theorem with the help of a diagram.

(6+4+5=15)

- (अ) एक ही तकनीक, स्वाद और वरीयताओं और व्यापार के लिए कोई लागत या बाधाओं की धारणा के तहत, हेक्शर-ओहलिन-वैनेक (एचओवी) मॉडल भविष्यवाणी करता है कि माल में व्यापार लगभग कारकों में व्यापार के समान है। अररेख की सहायता से चर्चा कीजिए।
- (ब) भाग (अ) की निरंतरता में, यह देखा गया है कि अनुभवजन्य रूप से कारकों में व्यापार माल के व्यापार से बहुत कम है। विचार-विमर्श करना।
- (स) राइबज़िंस्की की प्रमेय को चित्र की सहायता से समझाइए।
4. (a) Consider a large open economy exporting onions. Due to a bad harvest, the government imposes an export quota of on the amount of onions exported. Illustrate the effect of this quota on the welfare of the domestic economy and the rest of the world. How do the implications of the use of export quota differ from that of voluntary export restraints, on the domestic producers/exporters? (8)

P.T.O.

(b) Three countries A, B, and C produce sugar at a unit cost of production of 40, 32, and 26, respectively. While there are no restrictions on exports, each country will impose an ad valorem tariff on imports of sugar, given by: 30%, 20%, and 10%, respectively. Suppose Countries A and B sign a free trade agreement. Will this lead to trade creation or trade diversion among all three countries? (7)

(अ) प्याज निर्यात करने वाली एक बड़ी खुली अर्थव्यवस्था पर विचार करें। खराब फसल के कारण, सरकार निर्यात किए गए प्याज की मात्रा पर X का निर्यात कोटा लगाती है। घरेलू अर्थव्यवस्था और शेष विश्व के कल्याण पर इस कोटे के प्रभाव को स्पष्ट कीजिए। घरेलू उत्पादकों/निर्यातकों पर निर्यात कोटा के उपयोग के प्रभाव स्वैच्छिक निर्यात प्रतिबंधों से कैसे भिन्न होते हैं?

(ब) तीन देश A, B और C क्रमशः 40, 32, और 26 के उत्पादन की एक इकाई लागत पर चीनी का उत्पादन करते हैं। जबकि निर्यात पर कोई प्रतिबंध नहीं है, प्रत्येक देश चीनी के आयात

पर एक वधामूल्य टैरिफ लगाएगा, जो क्रमशः 30%, 20% और 10% द्वारा दिया जाएगा। मान लीजिए कि देश A और B एक मुक्त व्यापार समझौते पर हस्ताक्षर करते हैं। क्या इससे तीनों देशों के बीच व्यापार सृजन होगा या व्यापार मोड़ होगा?

5. (a) Suppose there are two countries: Home and Foreign, both producing telephones. Home exports telephones to Foreign. Under what conditions can Foreign claim that Home is indulging in persistent dumping of the exports of telephones to its country? Is this claim justified? What is the range of the size of anti-dumping duty that Foreign can ask for from its government? Illustrate your answer with the help of a diagram. (9)
- (b) Write a short note on horizontal FDI decisions. (3)
- (c) What is the Index of Intra-industry trade? If this index for two industries in a country, chemicals and clothing, is 0.87 and 0.12 respectively, what do you infer from the same? (3)

P.T.O.

(अ) मान लीजिए कि दो देश हैं: होम और फॉरेन, दोनों ही टेलीफोन का उत्पादन करते हैं। होम फॉरेन को टेलीफोन निर्यात करता है। किन परिस्थितियों में फॉरेन यह दावा कर सकता है कि होम अपने देश में टेलीफोन के निर्यात को लगातार डंप कर रहा है? क्या यह दावा जायज है? डंपिंग रोधी शुल्क के आकार की सीमा क्या है जो विदेशी अपनी सरकार से मांग सकते हैं? अपने उत्तर को आरेख की सहायता से स्पष्ट कीजिए।

(ब) धैतिज एफडीआई निर्णयों पर एक संक्षिप्त नोट लिखें।

(स) अंतर-उद्योग व्यापार का सूचकांक क्या है? यदि किसी देश में दो उद्योगों, रसायन और वस्त्र के लिए यह सूचकांक क्रमशः 0.87 और 0.12 हैं, तो आप इससे क्या निष्कर्ष निकालते हैं?

6. (a) Consider a small open economy trading in the world market of watches, at the world price of \$70. The demand and supply conditions of watches within the country are as follows:  $Q_d = 45 - 0.25P$ ;  $Q_s = 15 + 0.25P$ . Answer the following questions:

(i) Suppose the government gives an export subsidy of \$10. Attempt a net welfare analysis of the same.

- (ii) If instead of an export subsidy, the government gives a production subsidy of \$10. Attempt a net welfare analysis of the same. (8)

(b) Write short notes on :

- (i) optimum tariff  
(ii) immiserizing growth (7)

(अ) घड़ियों के विश्व बाजार में \$70 की विश्व कीमत पर एक छोटी खुली अर्थव्यवस्था व्यापार पर विचार करें। देश में घड़ियों की मांग और आपूर्ति की स्थिति इस प्रकार है:  $Q_d = 45 - 0.25P$ ;  $Q_s = 15 + 0.25P$ । निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दो :

- (i) मान लीजिए सरकार 10 डॉलर की निर्यात सब्सिडी देती है। उसी के शुद्ध कल्याण विधेयण का प्रयास करें।  
(ii) यदि निर्यात सब्सिडी के बजाय, सरकार \$10 की उत्पादन सब्सिडी देती है। उसी के शुद्ध कल्याण विश्लेषण का प्रयास करें।

(ब) (i) इष्टतम टैरिफ (ii) इमर्सिजिंग ग्रोथ (7) पर संक्षिप्त नोट्स लिखें।

P.T.O.

7. (a) Boreland and Pipeland are two countries producing toy cars, having the following demand and supply conditions:

Boreland: DD:  $Q_d = 10 - 2P$

SS:  $Q_s = 2 + 2P$

Pipeland: DD:  $Q_d = 8 - 2P$

SS:  $Q_s = 4 + 2P$

- (i) Given this information, what will be the world equilibrium price and quantity traded?
- (ii) The fixed cost of setting up a production chain of toy cars by the exporting country in the importing country is \$2.5, and the cost of transportation is \$0.25 per toy car exported. Which route would be preferred by the exporting country: producing toy cars abroad or exporting the same from home?
- (iii) In the light of the above answers, explain the tradeoff faced by the exporting country.

(10)

(b) How does the Marshallian theory of external economies explain the emergence of industrial districts? (5)

(अ) बोरलैंड और पाइपलैंड दो कारों का उत्पादन करने वाले दो देश हैं, जिनकी मांग और आपूर्ति की स्थिति निम्नलिखित है :

बोरलैंड :  $DD: Q_d = 10 - 2P$

$SS: Q_s = 2 + 2P$

पाइपलैंड :  $DD: Q_d = 8 - 2P$

$SS: Q_s = 4 + 2P$

- (i) इस जानकारी को देखते हुए, विश्व संतुलन मूल्य और व्यापार की मात्रा क्या होगी?
- (ii) निर्यातक देश द्वारा आयात करने वाले देश में स्त्रिलौनों की एक उत्पादन शृंखला स्थापित करने की निश्चित लागत \$2.5 है, और परिवहन की लागत \$0.25 प्रति स्त्रिलौनाकार निर्यात की जाती है। निर्यातक देश किस मार्ग की प्राथमिकता देगा: विदेशों में स्त्रिलौनों का उत्पादन करना या घर से उसका निर्यात करना?

P.T.O.

(iii) उपरोक्त उत्तरों के आलोक में, निर्यातक देश द्वारा सामना किए जाने वाले ट्रेडऑफ की व्याख्या करें।

(ब) बाहरी अर्थव्यवस्थाओं का मार्शलियन सिद्धांत औद्योगिक जिलों के उद्भव की व्याख्या कैसे करता है?

8. (a) Consider two countries A and B, producing vertically differentiated products, where the prices are determined by the quality of the goods produced. Higher the quality, higher the price. Let the prices in the two countries be given by:  $p_A = \frac{W_A}{R_A} a$ , where  $a$  is the quality of the product.  $W_A$  and  $W_B$  are the wages in the two countries, and  $R_A$  and  $R_B$  are the rental rates to capital. The two countries compete in the world market in the intra-industry trade setup. Suppose Country A imposes a tariff of  $t$  on the import price of the product, irrespective of the quality of the product. Illustrate with the help of a diagram the change in the price lines with respect to  $a$  for the two countries and the pattern of trade with the two countries. (9)

(b) Discuss the actions that can be taken by the consumers, unions, and firms of respective countries to improve the labor standards while trading in international markets. (6)

(अ) दो देशों A और B पर विचार करें, जो लंबवत विभेदित उत्पादों का उत्पादन करते हैं, जहां कीमतें उत्पादित माल की गुणवत्ता से निर्धारित होती हैं। गुणवत्ता जितनी अधिक होगी, कीमत उतनी ही अधिक होगी। दोनों देशों में कीमतें निम्न द्वारा दी जाएं: जहां  $\alpha$  उत्पाद की गुणवत्ता है।  $W_A$  और  $W_B$  दोनों देशों में मजदूरी हैं, और  $R_A$  और  $R_B$  पूंजी के लिए किराये की दरें हैं। दोनों देश अंतर-उद्योग व्यापार सेटअप में विश्व बाजार में प्रतिस्पर्धा करते हैं। मान लीजिए कि देश A उत्पाद के आयात मूल्य पर  $t$  का टैरिफ लगाता है, चाहे उत्पाद की गुणवत्ता कुछ भी हो। एक आरेख की सहायता से दोनों देशों के लिए  $\alpha$  के संबंध में मूल्य रेखाओं में परिवर्तन और दोनों देशों के साथ व्यापार के पैटर्न का चित्रण करें।

P.T.O.

- (ब) अंतरराष्ट्रीय बाजारों में व्यापार करते समय भ्रम मानकों में सुधार के लिए संबंधित देशों के उपभोक्ताओं, यूनियनों और फर्मों द्वारा किए जा सकने वाले कार्यों पर चर्चा करें।

(2000)

B.A.(H) Economics II<sup>nd</sup> V Sem Dec 2022