

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

Scheme/Mode of Examination: II

Semester: 2

Name of the Paper: Introductory Macroeconomics

UPC/Subject Code: 12271201-OC

Medium of Instructions: English and Hindi

Max Marks: 75

Duration: 3 Hours

Instructions for Candidates

1. This paper consists of 6 questions. Answer **any 4** questions
2. All questions carry equal marks. (18.75)
3. Answers may be written either in English or in Hindi, but the same medium should be used throughout the paper

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश

1. इस पत्र में 6 प्रश्न हैं। किसी भी 4 सवालों के जवाब दें
2. सभी प्रश्न समान अंकों के हैं (18.75)
3. उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में लिखे जा सकते हैं, लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का उपयोग किया जाना चाहिए

Q1. A) What is GDP deflator? How is it different from consumer price index? How does CPI inflation overstate the increase in cost of living?

B) Given the following information (in crore rupees):

Investment (I)=60

Government Purchases (G)=50

Gross National Product (GNP)=500

Current Account Balance= -30

Tax (T)=100

Transfer Payment (TR)=40

Interest Payment on government debt=20

Net Factor payments from abroad (NFIA) =-5

Compute:

1. GDP
2. Net Export
3. Consumption
4. Private Savings
5. Government Savings

C) Explain the Balance of Payment.

(8.75,5,5)

प्र1. A) सकल घरेलू उत्पाद अपस्फीति क्या है? यह उपभोक्ता मूल्य सूचकांक से कैसे अलग है? उपभोक्ता मूल्य सूचकांक मुद्रास्फीति जीवन यापन की लागत में वृद्धि को कैसे अतिरंजित करती है?

B) निम्नलिखित जानकारी को देखते हुए (करोड़ रुपए में):

निवेश (I)=60

सरकारी खरीद (G)=50

सकल राष्ट्रीय उत्पाद (GNP)=500

चालू खाता शेष= -30

कर (T)=100

हस्तांतरण के भुगतान (TR)=40

सरकारी ऋण पर ब्याज भुगतान=20

विदेश से आए निवल कारक भुगतान (NFIA) = -5

गणना करें:

1. सकल घरेलू उत्पाद (जीडीपी)
2. शुद्ध निर्यात
3. उपभोग
4. निजी बचत
5. सरकारी बचत

C) भुगतान संतुलन की व्याख्या करें।

(8.75,5,5)

Q2. A) Assume that the demand for real money balances is represented by the following:

$$M/P = Y[0.4 - (r + \text{expected inflation})]$$

Where, Nominal Income (Y) = Rs. 4000

Real interest rate R=5%

Expected inflation=5% is constant in short run

- i. Calculate seigniorage, if the rate of growth of nominal money is 12 per cent forever.
- ii. Calculate the inflation tax when actual inflation equals 5 per cent. Is it equal to seigniorage?

B) What are the reasons for hyperinflation? Can hyperinflation end through Stabilization Programs?

C) Briefly explain following concepts:

- i. Money Multiplier
- ii. Quantity Theory of Money (4,6.75,6)

प्र2. मान लें कि वास्तविक धन शेष की मांग को निम्नलिखित द्वारा दर्शाया गया है:

$$M/P = Y[0.4 - (r + \text{अपेक्षित मुद्रास्फीति})]$$

जहां, सांकेतिक (नॉमिनल) आय (Y) = Rs. 4000

वास्तविक व्याज दर $R=5\%$

अपेक्षित मुद्रास्फीति $=5\%$ अल्पावधि में स्थिर है

- i. प्रभुत्व की गणना करें, यदि सांकेतिक (नॉमिनल) पैसे की वृद्धि दर हमेशा के लिये 12 प्रतिशत है।
- ii. महंगाई कर की गणना करें जब वास्तविक मुद्रास्फीति 5 प्रतिशत हो। क्या यह प्रभुत्व के बराबर है?

B) अत्यंत-मुद्रास्फीति के क्या कारण हैं? क्या हा अत्यंत-मुद्रास्फीति स्थिरीकरण कार्यक्रमों के माध्यम से समाप्त हो सकती है?

C) निम्नलिखित अवधारणाओं के बारे में संक्षेप में बताएं:

- i. पैसा गुणक
- ii. धन की मात्रा का सिद्धांत (4,6.75,6)

Q3. A) Describe the functions of money. Who controls the money supply and how? Discuss it.

B) What is real interest rate? If inflation rises from 5 per cent to 8 per cent, the real interest rate changes from 7 per cent to 10 per cent, then, according to Fisher effect, what will happen to the nominal interest rate?

C) What is the social cost of expected inflation? Is there any benefit of inflation? Discuss it.

(8,4,6.75)

प्र3. A) पैसे के कार्यों का वर्णन करें। पैसे की आपूर्ति को कौन नियंत्रित करता है और कैसे? इसकी चर्चा करें।

B) वास्तविक ब्याज दर क्या है? यदि मुद्रास्फीति 5 प्रतिशत से बढ़कर 8 प्रतिशत हो जाती है, और वास्तविक ब्याज दर 7 प्रतिशत से बदलकर 10 प्रतिशत हो जाती है, तो फ़िशर प्रभाव के अनुसार, सांकेतिक (नामिनल) ब्याज दर का क्या होगा?

C) अपेक्षित मुद्रास्फीति की सामाजिक लागत क्या है? क्या महंगाई का कोई फायदा है? इस पर चर्चा करें।
(8,4,6.75)

Q4. A) Derive LM curve. Under what circumstances might the LM curve be horizontal?

B) What is the effect of an increase in income tax rate on IS curve, equilibrium output and interest rate?

C) The following equations describe the economy:

Consumption Function, $C=50+0.8Y_d$

Investment, $I=70$

Government Spending, $G=200$

Transfer Payment, $TR=100$

Tax Rate, $t=0.20$

- Calculate the equilibrium level of income and multiplier.
- Calculate the budget surplus.
- Suppose that t increases to 0.25. Then, what is the new equilibrium income and the new multiplier?
- Calculate the change in budget surplus. Would you expect the change in surplus to be more or less if $c=0.9$ rather than 0.8?
(6.75,6,6)

प्र4. A) LM वक्र व्युत्पन्न करें। LM वक्र किन परिस्थितियों में क्षैतिज हो सकता है?

B) आयकर दर में वृद्धि का IS वक्र, संतुलन उत्पादन और ब्याज दर पर क्या प्रभाव है?

C) निम्नलिखित समीकरण अर्थव्यवस्था का वर्णन करते हैं:

खपत चर, $C=50+0.8Y_d$

निवेश, $I=70$

सरकारी खर्च, $G=200$

हस्तांतरण के भुगतान, $TR=100$

कर दर, $t=0.20$

- i. आय और गुणक के संतुलन स्तर की गणना करें।
- ii. बजट अधिशेष की गणना करें।
- iii. मान लीजिए कि t 0.25 हो जाता है। फिर, नया संतुलन आय और नया गुणक क्या है?
- iv. बजट अधिशेष में परिवर्तन की गणना करें। क्या आप अपेक्षा करेंगे कि 0.8 के बजाय $c=0.9$ हो, तब अधिशेष में परिवर्तन कम या ज्यादा होगा? (6.75, 6, 6)

Q5. A) Consider an economy with the following specification:

Consumption Function, $C=100+0.75Y_d$

Investment, $I=200-50i$

Government Spending, $G=300$

Tax, $T=0.20Y$

Demand for money, $M^d=0.10Y-12.5i$

Supply of money, $M^s=200$

Price level, $P=2$

- i. Write equations for IS-LM and solve for equilibrium level of income and rate of interest.
 - ii. Compute the value of fiscal and monetary policy multipliers.
- B) If capital stock of a nation rises, what will be its effect on output, employment and the real wage? Explain in the context of Classical model using diagrams.
- C) Explain the process of multiplier. What is the relationship between marginal propensity to consume and multiplier? (8, 5, 5.75)

प्र5. A) निम्नलिखित विशिष्टताओं वाली अर्थव्यवस्था में, जहां:

खपत चर, $C=100+0.75Y_d$

निवेश, $I=200-50i$

सरकारी खर्च, $G=300$

कर, $T=0.20Y$

धन की माँग दर, $L=0.10Y-12.5i$

पैसे की आपूर्ति, $M^s=200$

मूल्य स्तर, $P=2$

i. IS और LM के लिए समीकरण लिखिए और अर्थव्यवस्था में आय और ब्याज की दर के संतुलन स्तर की गणना करें।

ii. राजकोषीय और मौद्रिक नीति गुणकों के मूल्य की गणना करें।

B) यदि किसी देश का पूंजी भण्डार बढ़ता है, तो उत्पादन, रोजगार और वास्तविक मजदूरी पर इसका क्या प्रभाव पड़ेगा? आरेखों का उपयोग करते हुए शास्त्रीय मॉडल के संदर्भ में बताएं।

C) गुणक की प्रक्रिया को समझाइए। उपभोग सीमांत प्रवृत्ति और गुणक के बीच क्या संबंध है? (8,5,5.75)

Q6. A) Suppose that the economy is having disequilibrium in the goods markets and the money markets. How can this economy achieve equilibrium? Show the dynamics of equilibrium and the adjustment in both the interest rate and level of income.

B) Explain the concept of Crowding out by using suitable diagram. Is Crowding out likely?

C) Discuss the impact of an investment subsidy on interest rates, income and investment in the economy, by using IS-LM framework. (6,6.75,6)

प्र6. A) मान लीजिए कि एक अर्थव्यवस्था में माल बाजारों और मुद्रा बाजारों में असंतुलन हो रहा है। यह अर्थव्यवस्था कैसे संतुलन प्राप्त कर सकती है? संतुलन की गतिशीलता और ब्याज दर और आय के स्तर, दोनों में, समायोजन दिखाएं।

B) उपयुक्त आरेख का उपयोग करके हासकारी प्रभाव की अवधारणा को स्पष्ट करें। क्या हासकारी प्रभाव की संभावना है?

C) IS-LM ढांचे का उपयोग करके, निवेश पर अनुवृत्ति का ब्याज दरों, आय और अर्थव्यवस्था पर प्रभाव की चर्चा करें। (6,6.75,6)

Unique Paper Code: 12271202

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

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

Semester: **II**

Duration: **3 Hours**

Maximum Marks: 75

Instructions for the candidates:

1. Answers may be written either in English or in Hindi; but same medium should be used throughout the paper.
2. **There are six questions in all. Attempt any four.**
3. All parts of a question must be answered together.
4. All questions carry equal (18.75) marks.

1. (a) $f(x_1, x_2) = \left(\frac{x_1}{x_2}\right)^2$. Find the gradient of f at $P = (1, -1)$. Find the directional derivative of f at P in the direction $(h, k) = \left(\frac{4}{5}, \frac{3}{5}\right)$. Describe the level curves passing through P .

(b) Find the extremum of the function $f(x, y) = 3x^2 + 2y^2 - 4y$ on the closed region bounded below by the parabola $y = x^2$ and above by the line $y = 4$.

(c) What is the general form of the demand equation which has a constant elasticity of $-n$?

(d) Use the graphical method to solve the problem of maximising: $z = x + y$ subject to the constraints

$$x + 2y \leq 10$$

$$2x + y \leq 16$$

$$-x + y \leq 3$$

$$x, y \geq 0$$

(6, 6.75, 3, 3)

2. (a) Consider the production function $Q = F(L, K) = L^\alpha K^\beta$, where $0 < \alpha, \beta < 1$ and $\alpha + \beta < 1$.

(i) Find $\frac{dK}{dL}$, $\frac{d^2K}{dL^2}$ and comment on their signs.

(ii) Find the elasticity of substitution σ .

(iii) Is the given function Q homogenous? Verify Euler's theorem.

(b) Consider the function $f(x_1, x_2) = x_1^{1/3} x_2^{2/3}$, where $x_1, x_2 > 0$. Is this function concave? Can you also determine if the function is strictly concave or quasi concave? Graph the level curves of the function at height $f(x_1, x_2) = 1$; and $f(x_1, x_2) = 2$?

(c) Find the area of the region bounded by the curve $y = x^2 + x + 1$ and the x -axis between $x = -4$ and $x = 1$.

(d) Write the dual of the following linear programming problem:

$$\text{minimise } z = 4x + 5y \text{ subject to } \begin{cases} 2x + 3y \geq 4 \\ x + 4y \geq 3 \\ 3x + 1 \geq -5 \end{cases} \quad x, y \geq 0$$

(6, 6.75, 3, 3)

3. **(a)** Suppose the following two equations define y_1 and y_2 as differentiable functions of x_1, x_2 .

$$(y_1 + 2y_2)^5 + x_1 x_2^2 = 2y_1 - x_2 y_2$$

$$(1 + y_1^2)^3 - y_1^2 y_2 = 8x_1 + x_2^5 y_2^2$$

where $y_1 = f(x_1, x_2)$ and $y_2 = g(x_1, x_2)$ in a neighbourhood around $(x_1, x_2, y_1, y_2) = (1, 1, 1, 0)$.

(i) Compute $\frac{\partial y_1}{\partial x_1}, \frac{\partial y_1}{\partial x_2}, \frac{\partial y_2}{\partial x_1}$ and $\frac{\partial y_2}{\partial x_2}$ at $(1, 1, 1, 0)$

(ii) Find an approximate value of $f(1 + 0.1, 1 + 0.2)$

(b) Use the method of Lagrange multiplier to find the following two -

(i) The minimum value of $x + y$ subject to the constraint $x^{1/2} y^{1/2} = 2$

(ii) The maximum value of $x^{1/2} y^{1/2}$ subject to the constraint $x + y = 4$.

Comment on the geometry of each solution.

(d) In measuring the accuracy of forecasts, the negative and positive errors do not necessarily cancel out and it is the absolute error which matters. If forecasts are made for 10 periods into the future and forecast error at time t is given by $E(t) = 55 - 16t + t^2$, determine the total absolute error by evaluating the absolute area between $E(t)$ and the t -axis from $t = 0$ and $t = 10$.

(6, 7.75, 5)

4. **(a) (i)** If $w = f(2x - 3y, 3y - 4z, 4z - 2x)$, what is value of $\left(\frac{1}{2} \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{1}{3} \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{1}{4} \frac{\partial w}{\partial z}\right)$?

(ii) If $x^y = y^x$, find $\frac{dy}{dx}$ and the elasticity of y with respect to x .

(b) A consumer's utility function for two goods is $U(x, y) = \frac{1}{\beta}(x^\beta + y^\beta)$, $0 < \beta < 1$. Find the optimal values of x, y for general values of p_x, p_y and M . Verify the second order conditions. Obtain the associated demand functions of x and y . Check if x and y are substitutes.

(c) Vitamins A, B and C are found in foods F_1 and F_2 . One unit of F_1 contains 1 mg. of A, 100 mg. of B and 10 mg. of C. One unit of F_2 contains 1 mg. of A and 10 mg. of B and 100 mg. of C. The minimum daily requirements of A, B and C are 1 mg., 50 mg. and 10 mg., respectively. The cost per unit of F_1 and F_2 are Re. 1 and Rs. 1.50, respectively. Formulate the linear programming problem.

(d) Draw the phase diagram and determine the nature of the possible equilibrium states for the differential equation $\frac{dy}{dt} = y^3 - 2y^2 - 5y + 6$

(6, 6.75, 3, 3)

5. **(a)** A function f of n variables $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ defined in a cone K is homothetic provided that $y \in K, f(x) = f(y), t > 0 \rightarrow f(tx) = f(ty)$. Using this definition identify which of the following functions are homothetic:

(i) $f(x_1, x_2) = 5x_1x_2 + 1$

(ii) $g(x_1, x_2) = \ln x_1 + \ln x_2$

(b) Given $z = x^3y^2 + y^3x$, $x = s^2 + t$, $y = 2s - t$, find $\frac{\partial z}{\partial t}$ when $s = 1$ and $t = 1$.

(c) Examine the concavity/convexity of the following functions:

(i) $f(x, y) = x^\alpha + y^\beta$, where $x, y > 0; 0 < \alpha, \beta < 1$

(ii) $g(x, y) = (x + y)^{1/2}$, where $x, y > 0$

(iii) $z(x, y) = Ax + By + \ln[a^2 - (x^2 + y^2)]$ defined on $S = \{(x, y): x^2 + y^2 < a^2\}$

(c) Obtain the solution of the following macroeconomic model:

$$Y_t = C_t + I_t$$

$$I_t = a(Y_t - Y_{t-1}), a > 0$$

$$C_t = bY_{t-1} + d, b, d > 0$$

Y_t , C_t and I_t are the income, consumption and investment at time t . Find the expression for Y_t in terms of Y_{t-1} in the equilibrium. Solve the corresponding difference equation. What is the condition required for stability?

(6.75, 8, 4)

6. **(a)** The function $C = f(x, t) = te^{-xt}$ gives the concentration of bacteria in the blood (in millions of bacteria/ml) as a function of x , i.e. the dose (in gm) injected of an antibiotic, and the time t (in hours) since the injection.

- (i) Find the first order partial derivatives of C w.r.t x and t respectively. Interpret the same and comment on their signs.
- (ii) Draw the graphs of the functions $f(x, 2)$ and $f(1, t)$ and interpret them.
- (b) Derive and classify the extreme points of the following function:

$$f(x_1, x_2) = (x_1^2 - x_2^2)e^{\frac{-(x_1^2 + x_2^2)}{2}}.$$

- (c) The demand and supply functions in the market for a commodity are given by:

$$Q_{dt} = 4 - P_t$$

$$Q_{st} = 1 + 0.5P_{t-1}$$

Q_{dt} and Q_{st} are the quantity demanded and quantity supplied of the commodity at time t , and P_t represents the price in time period t . Find the expression for P_t in terms of P_{t-1} in the equilibrium. Solve the corresponding difference equation. Is the time path of price oscillatory/non-oscillatory and convergent/divergent?

(6, 7.75, 5)



This document was created with the Win2PDF "print to PDF" printer available at
<http://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<http://www.win2pdf.com/purchase/>

Name of Course: B A Hons Economics (Old Course)

Scheme/Mode of Examinations: - Semester IV

Name of the Paper: Intermediate Macroeconomics II

UPC/Subject Code: 12271402(OC)

Maximum Marks 75

Old Scheme Question Paper 1

Attempt any four questions. All questions carry equal marks

किसी भी चार प्रश्नों का प्रयास करें सभी प्रश्नों पर समान अंक हैं

1. (a) If the rate of growth of output in an economy is 7% and the rate of growth of capital and labour are 3% and 4% respectively for an economy with a production function $Y = AK^{0.6}L^{0.4}$, calculate the rate of growth of total factor productivity.
(b) If the per capita production function is $y = k^{0.4}$, the savings rate is 0.5 and rate of depreciation is 0.1, what are the values of the capital and output per capita at steady state? If the economy intends to maximise its consumption per capita at steady state what should the level of savings be? With the help of a transition diagram trace the trajectory of the economy from the current state to the one where it maximises its consumption per capita at steady state.

(क) यदि किसी अर्थव्यवस्था में उत्पादन की वृद्धि की दर 7% है और उत्पादन समीकरण $Y = AK^{0.6}L^{0.4}$ के साथ अर्थव्यवस्था के लिए पूंजी और श्रम की वृद्धि की दर क्रमशः 3% और 4% है, तो कुल कारक उत्पादकता की वृद्धि की दर की गणना करें।

(ख) यदि प्रति व्यक्ति उत्पादन समीकरण $y = k^{0.4}$ है, बचत दर 0.5 है और मूल्यहास की दर 0.1 है, स्थिर अवस्था में प्रति व्यक्ति पूंजी और उत्पादन के मूल्य क्या हैं? यदि अर्थव्यवस्था स्थिर अवस्था में प्रति व्यक्ति खपत को अधिकतम करने का इरादा रखती है, तो बचत का स्तर क्या होना चाहिए? एक संक्रमण आरेख की मदद से मौजूदा अवस्था से अर्थव्यवस्था के प्रक्षेपवक्र का पता लगाता है जहां यह स्थिर अवस्था में प्रति व्यक्ति इसकी खपत को अधिकतम करता है।

(6+12.75)

2. (a) What is the rationale behind the argument that the reduction in the level of taxation in the current period need not result in an increase in the level of consumption? Attempt a critical appreciation of this argument.

(b) The empirical evidence does not support the argument relating to convergence of incomes per capita across economies. How do you explain the same?

(क) वर्तमान अवधि में कराधान के स्तर में कमी के परिणामस्वरूप खपत के स्तर में वृद्धि नहीं हो सकती है? इस तर्क का मूल कारण क्या है? इस तर्क की प्रशंसा की आलोचनात्मक करें।

(ख) अनुभवजन्य साक्ष्य अर्थव्यवस्थाओं में प्रति व्यक्ति आय के अभिसरण से संबंधित तर्क का समर्थन नहीं करते हैं। आप इसे कैसे समझा सकते हैं? (10+8.75)

3. (a) Prove that in the Romer Model the equilibrium price of a patent, P_A satisfies the relation $rP_A = \pi + \dot{P}$

where

π is the profit for a firm in the intermediate goods sector $= \alpha(1 - \alpha)\frac{Y}{A}$

Y is the total output,

n is the rate of growth of number of workers,

r is the rental price of raw capital,

A is the stock of ideas, and

α is elasticity of output with respect to capital.

Hence, prove that along the balanced growth path $P_A = \frac{\pi}{r-n}$.

(b) How effectively does Harrod put forward the argument that a deviation from the warranted rate of growth results in instability?

(क) साबित करें कि रोमर मॉडल में एक पेटेंट की संतुलन कीमत, P_A , $rP_A = \pi + \dot{P}$ संबंध को संतुष्ट करता है जहां

π मध्यवर्ती माल क्षेत्र में एक फर्म के लिए लाभ है $= \alpha(1 - \alpha)\frac{Y}{A}$

Y कुल उत्पादन है,

n श्रमिकों की संख्या की वृद्धि की दर है,

r कच्ची पूंजी का किराया मूल्य है,

A विचारों का भंडार है, और

α पूंजी के संबंध में उत्पादन की लोच है।

इसलिए, साबित करें कि संतुलित विकास पथ के साथ $P_A = \frac{\pi}{r-n}$.

(ख) हरोद ने इस तर्क को कितनी प्रभावी ढंग से सामने रखा कि विकास दर के वारंट दर से विचलन अस्थिरता का परिणाम है?

(10+8.75)

4. (a) Discuss how, according to Fisher's inter-temporal consumption model, the shape of the consumption path over time is dependent upon the relation between market rate of return and individual's discount rate.

(b) Explain how Robert Hall reformulated the consumption theory by incorporating the assumption of rational expectations.

(क) चर्चा करें कि फिशर के अंतर-टेम्पोरल खपत मॉडल के अनुसार, समय के साथ खपत पथ का आकार बाजार प्रतिफल और व्यक्तिगत छूट की दर के बीच संबंध पर निर्भर करता है।

(ख) बताइए कि रॉबर्ट हॉल ने तर्कसंगत अपेक्षाओं की धारणा को शामिल करके उपभोग सिद्धांत को कैसे सुधार दिया। (10+8.75)

5. (a) Write a short note on regressive expectations model and the critical rate of interest

(b) In his contribution on liquidity preference, Tobin distinguishes three kinds of preferences that an individual might bear towards risk. What are they? Explain their equilibrium portfolios with the help of diagrams.

(क) प्रतिगामी उम्मीदों के मॉडल और ब्याज की महत्वपूर्ण दर पर एक संक्षिप्त लेख लिखिए।

(ख) तरलता वरीयता पर अपने योगदान में, टोबिन तीन प्रकार की वरीयताओं को अलग करता है जो व्यक्ति जोखिम को सहन कर सकता है वे क्या हैं? आरेखों की मदद से उनके संतुलन के बारे में बताएं। (10+8.75)

6. (a) Charging price above the marginal cost is necessary condition to promote innovations in the economy. Examine the statement in the light of the studies of Romer and Jones with algebra.

(b) Write a short note on sticky prices and menu costs under monopolistically competitive setting under the New Keynesian framework.

(ए) अर्थव्यवस्था में नवाचारों को बढ़ावा देने के लिए सीमांत लागत से ऊपर मूल्य चार्ज करना आवश्यक शर्त है। बीजगणित के साथ रोमर और जोन्स के अध्ययन के प्रकाश में कथन की जांच करें।

(बी) नए कीनेसियन ढांचे के तहत एकाधिकार प्रतियोगिता बाजार में तुरंत न बदलने वाली कीमतों और तालिका लागत पर एक संक्षिप्त लिखो

(10+8.75)

Unique Paper Code:12271401-OC

Name of the paper: Intermediate Microeconomics II

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

Semester:IV

Duration: hours

Maximum Marks: 75

Instructions for the candidates:

Attempt any four questions.

All questions carry equal marks (18.75 marks each).

Note: Answers may be written either in English or in Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

किन्ही चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये।

सभी प्रश्नों के अंक समान (प्रत्येक 18.75 अंक) हैं।

नोट: उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में दिये जा सकते हैं; लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का इस्तेमाल किया जाना चाहिए।

1. Consider an exchange economy of two goods -apples (A) and mangoes(M) and two individuals Pranav and Riya. Pranav's and Riya's utility functions are $U_P(A, M) = A_P M_P$ and $U_R(A, M) = M_R + 2A_R$, respectively. Their initial endowments of A and M are given as: $\omega_P = (1, .5)$ and $\omega_R = (1, 1.5)$. Assume for simplicity that the price of apple is normalized to $P_A = ₹1$.
 - (i) Using an Edgeworth box, depict the endowments, preferences of Pranav and Riya and the contract curve, graphically. Take apples on the horizontal axis.
 - (ii) Determine the competitive equilibrium allocation of apples and mangoes and the equilibrium price ratio. Are these allocations Pareto efficient?
 - (iii) Are these equilibrium allocations fair?

(7+8+3.75)

1. दो वस्तुओं-सेब (ए) और आम (एम) और दो व्यक्तियों प्रणव और रिया की विनिमय अर्थव्यवस्था पर विचार करें। प्रणव और रिया के उपयोगिता फलन क्रमशः $U_P(A, M) = A_P M_P$ और

$U_R(A, M) = M_R + 2A_R$ हैं। ए और एम के उनके प्रारंभिक बंदोबस्ती इस प्रकार दिए गए हैं:

$\omega_P = (1, 5)$ और $\omega_R = (1, 1.5)$ । सरलता के लिए मान लें कि सेब की कीमत सामान्यीकृत है $P_A = ₹1$ ।

(i) एडजवर्थ बॉक्स का उपयोग करते हुए, प्रणव और रिया की बंदोबस्ती, प्राथमिकताओं और अनुबंध वक्र को ग्राफिक रूप से चित्रित करें। सेब को क्षैतिज अक्ष पर लें।

(ii) सेब और आम के प्रतिस्पर्धी संतुलन आवंटन और संतुलन मूल्य अनुपात का निर्धारण करें। क्या ये आवंटन परेटो कुशल हैं?

(iii) क्या ये संतुलन आवंटन उचित हैं?

2. A) Consider a second-hand car market. For each trader the value of a car depends on whether a trader is a buyer or a seller, and also on whether a car is a lemon or a plum. Buyer's reservation prices for a lemon (bad quality car) and plum (good quality car) are ₹60,000 and ₹1.2 lakh respectively, while each seller is willing to sell the lemon at ₹0 and a plum at ₹1lakh.

(i) What is the expected profit that the seller of each quality of car is likely to make when the probability of a car being a lemon is $\frac{1}{2}$? Assume that there is perfect information and equal splitting of gains from trade between buyers and sellers on each segment of the market. Then what will be the price of each quality of car?

(ii) Suppose buyers are not able to distinguish between a lemon and a plum, what is the maximum price that a buyer might pay when 1/3rd of the cars are lemon? Is there any possibility of market failure? Explain.

(iii) Can the warranty on these cars help to overcome the market failure and create a pooling or a separating equilibrium? Explain.

B) Suppose a monopoly firm can produce any level of output at a constant marginal cost of ₹ 5 per unit and faces a constant price elasticity demand curve: $Q = P^e$, where e is the price elasticity of demand ($e < -1$).

- (i) Suppose that e is -4 . Estimate the consumer surplus in the above market and compare this with the consumer surplus that would be obtained if the market were to be perfectly competitive.
- (ii) If the price elasticity of demand approaches -1 , how will the consumer surplus change under monopoly?

(4+4+4+4+2.75)

2 (अ) एक पुरानी कार बाजार पर विचार करें। प्रत्येक व्यापारी के लिए कार का मूल्य इस बात पर निर्भर करता है कि कोई व्यापारी खरीदार है या विक्रेता, और यह भी कि कार नींबू (खराब गुणवत्ता वाली कार) या बेर (अच्छी गुणवत्ता वाली कार) है। एक नींबू और बेर के लिए क्रेता का आरक्षण मूल्य क्रमशः ₹60,000 और ₹1.2 लाख है, जबकि प्रत्येक विक्रेता नींबू को ₹0 और एक बेर ₹1 लाख में बेचने को तैयार है।

- (i) जब कार के नींबू होने की प्रायिकता $\frac{1}{2}$ है, तो कार की प्रत्येक गुणवत्ता के विक्रेता को कितना प्रत्याशित लाभ होने की संभावना है? मान लें कि बाजार के प्रत्येक खंड पर खरीदारों और विक्रेताओं के बीच व्यापार से सही जानकारी और लाभ का बराबर बंटवारा है। तो कार की प्रत्येक गुणवत्ता का मूल्य क्या होगा?
- (ii) मान लीजिए कि खरीदार नींबू और बेर के बीच अंतर करने में सक्षम नहीं हैं, तो एक खरीदार द्वारा भुगतान की जाने वाली अधिकतम कीमत क्या हो सकती है जब कारों में से $\frac{1}{3}$ नींबू हो? क्या बाजार के विफल होने की कोई संभावना है? समझाइये।
- (iii) क्या इन कारों की वारंटी बाजार की विफलता को दूर करने और एक पूलिंग या एक अलग संतुलन बनाने में मदद कर सकती है? समझाइये।

(ब) मान लीजिए कि एक एकाधिकार फर्म ₹5 प्रति यूनिट की निरंतर सीमांत लागत पर उत्पादन के किसी भी स्तर का उत्पादन कर सकती है और स्थिर मूल्य लोच मांग वक्र का सामना करती है: $Q = P^e$, जहां ई मांग की कीमत लोच है $e < -1$ ।

- (i) मान लीजिए कि $e = -4$ है। उपरोक्त बाजार में उपभोक्ता अधिशेष का अनुमान लगाएं और इसकी तुलना उपभोक्ता अधिशेष से करें जो कि बाजार को पूरी तरह से प्रतिस्पर्धी होने पर प्राप्त होगा।
- (ii) यदि मांग की कीमत लोच -1 तक पहुंच जाती है, तो एकाधिकार के तहत उपभोक्ता अधिशेष कैसे बदलेगा।

(4+4+4+4+2.75)

3.A) A farmer cultivates rice adjacent to a dairy farm. Each farmer behaves as a competitive firm. The farmer benefits from the free waste generated by cows of the dairy farm and the money value of the benefit to the rice farmers from the cow waste is ₹1000 from each cow. Dairy farm has a marginal cost $MC = 1000 + 5Q$, where Q is the number of cows. The dairy farmer can sell the milk yielded from each cow at ₹4000. The waste from each cow is being disposed off freely by the dairy farmer.

- (i) Find the privately optimal number of cows that the dairy farmer will maintain.
- (ii) Find the socially optimal number of cows that the dairy farmer should maintain.
- (iii) Suggest two ways in which the socially optimal number of cows can be maintained in this economy.

B) Suppose two individuals A and B have the following preferences over private good (x) and public good (g):

$$U_A = x_A + \sqrt{g} \text{ and } U_B = x_B + \sqrt{g} \text{ and the cost of providing public good is } C(g) = 0.5g$$

Show that a unique amount of the public good will be supplied at every efficient allocation.

$$(5+5+3.75+5)$$

3. (अ) एक किसान डेयरी फार्म के बगल में चावल की खेती करता है। प्रत्येक किसान एक प्रतिस्पर्धी फर्म के रूप में व्यवहार करता है। डेयरी फार्म की गायों द्वारा उत्पन्न मुफ्त कचरे से किसान को लाभ होता है और गाय के कचरे से चावल किसानों को होने वाले लाभ का धन मूल्य प्रत्येक गाय से ₹1000 है। डेयरी फार्म की सीमांत लागत $MC = 1000 + 5Q$ है, जहाँ Q गायों की संख्या है। डेयरी किसान प्रत्येक गाय से प्राप्त दूध को 4000 रुपये में बेच सकता है। प्रत्येक गाय के कचरे का निदान डेयरी किसान द्वारा स्वतंत्र रूप से किया जा रहा है।

- (i) गायों की निजी तौर पर इष्टतम संख्या का पता लगाएं, जिन्हें डेयरी फार्म बनाए रखेगा।
- (ii) सामाजिक रूप से इष्टतम गायों की संख्या ज्ञात कीजिए जिन्हें डेयरी किसान को बनाए रखना चाहिए।

(iii) इस अर्थव्यवस्था में गायों की सामाजिक रूप से इष्टतम संख्या को बनाए रखने के दो तरीके सुझाइए।
 (ब) मान लीजिए कि दो व्यक्तियों ए और बी की निजी वस्तुओं (x) और सार्वजनिक वस्तुओं (g) पर निम्नलिखित प्राथमिकताएं हैं:

$$U_A = x_A + \sqrt{g} \text{ and } U_B = x_B + \sqrt{g} \text{ और सार्वजनिक सामान उपलब्ध कराने की लागत है } C(g)=0.5g$$

दिखाएँ कि प्रत्येक कुशल आवंटन पर सार्वजनिक वस्तुओं की एक अनूठी राशि की आपूर्ति की जाएगी।

$$(5+5+3.75+5)$$

4. Consider a monopolist who has a linear demand curve of the form $Q = 1000 - 10P$ and the cost function of the form $C(Q) = 0.05Q^2 + 10000$. If the monopolist perfectly discriminates price, then,

- (i) How much output will the monopolist produce and how much profit will he generate?
- (ii) What is the total profit when he charges a single price?
- (iii) Calculate the deadweight loss when a single price is charged by this monopoly.
- (iv) What is the deadweight loss under perfect price discrimination? Why?

$$(6+4+5+3.75)$$

4. एक एकाधिकारी पर विचार कीजिए जिसका रेखीय मांग वक्र $Q = 1000 - 10P$ है तथा लागत फलन $C(Q) = 0.05Q^2 + 10000$ है। यदि एकाधिकारी कीमत में पूर्ण विभेद करता है, तो

- (i) एकाधिकारी कितना उत्पादन करेगा और वह कितना लाभ अर्जित करेगा?
- (ii) जब वह एक ही कीमत वसूल करता है तो कुल लाभ कितना होगा?
- (iii) जब इस एकाधिकारी द्वारा एक ही कीमत वसूल की जाती है तो डेडवेट लॉस की गणना करें।
- (iv) पूर्ण कीमत विभेद की स्थिति में कुल भार हानि कितनी होगी? क्यों?

5. Consider the following game:

		Player 2		
		L	M	R
Player 1	U	8,8	7,7	0,0
	B	7,7	9,8	6,6
	D	0,0	6,6	5,5

- Find the pure-strategy Nash equilibrium (if any).
- After eliminating strictly dominated strategies of each player find the mixed-strategy Nash equilibrium.
- Assuming that games are played sequentially and player-1 will take his decisions first and player-2 has perfect information about player-1's moves. Draw the extensive form for the game.
- Find the backward induction solution of the extensive form game.

(4+6+4+4.75)

5 निम्नलिखित खेल पर विचार कीजिए:

		Player-2		
		L	M	R
Player-1	U	8,8	7,7	0,0
	B	7,7	9,8	6,6
	D	0,0	6,6	5,5

- शुद्ध- नैश रणनीति संतुलन (यदि कोई हो) का पता लगाएं।
- प्रत्येक खिलाड़ी की सख्त वर्चस्व वाली रणनीतियों को समाप्त करने के बाद मिश्रित रणनीति नैश संतुलन का पता लगाएं।

(iii) यह मानते हुए कि खेल क्रमिक रूप से खेले जाते हैं और खिलाड़ी -1 पहले अपने निर्णय लेगा और खिलाड़ी -2 को खिलाड़ी -1 की चाल के बारे में पूरी जानकारी है। खेल के लिए व्यापक रूप झा करें।

(iv) विस्तृत फॉर्म गेम का बैकवर्ड इंडक्शन सॉल्यूशन खोजें।

6. Consider Hotelling's model of spatial competition in which ice-cream is sold at two shops A and B. The shops A and B are located along a beach of length 200 meters and the ice-cream sold by them is identical. The cost of ice-cream production is zero. Assume that consumers are located uniformly along the beach, one at each meter. Consumers incur a transportation cost td^2 in carrying the ice-cream from the shop to their location, where d is the distance travelled and $t (> 0)$ is constant. A and B choose prices P_A and P_B simultaneously. A and B are located at 80 meters and 140 meters respectively from the entrance of the beach. Let a consumer who is indifferent between shops A and B be located at x meters from the entrance on the beach.

- (i) Derive the demand equations for shops A and B respectively. For $t = 0.001$ find the Nash equilibrium prices.
- (ii) Show that if the transportation cost is doubled, profits will be doubled.
- (iii) What happen to prices and profits if the shops A and B locate at the opposite ends of the beach?

(8+5+5.75)

6. होटलिंग के स्थानिक प्रतियोगिता के मॉडल पर विचार करें जिसमें दो दुकानों A और B पर आइसक्रीम बेची जाती है। दुकानें ए और बी 200 मीटर की लंबाई के समुद्र तट के किनारे स्थित हैं और उनके द्वारा बेची जाने वाली आइसक्रीम समान है। आइसक्रीम उत्पादन की लागत शून्य है। मान लें कि उपभोक्ता समुद्र तट के किनारे समान रूप से स्थित हैं, प्रत्येक मीटर पर एक। आइसक्रीम को दुकान से वापस अपने स्थान तक ले जाने में उपभोक्ताओं को परिवहन लागत td^2 लगती है, जहां d यात्रा की गई दूरी है और $t (> 0)$ स्थिर है। A और B एक साथ मूल्य P_A और P_B चुनते हैं। A और B समुद्र तट के प्रवेश द्वार से क्रमशः 80 मीटर और 140 मीटर की दूरी पर स्थित हैं। माना दुकान A और B के बीच उदासीन उपभोक्ता समुद्र तट के प्रवेश द्वार से x मीटर की दूरी पर स्थित है।

- (i) दुकानों A और B के लिए क्रमशः मांग समीकरण व्युत्पन्न करें। $t = 0.001$ के लिए नैश संतुलन को संतुष्ट करने वाले मूल्य स्तरों के लिए हल कीजिये ।
- (ii) दिखाएँ कि यदि परिवहन लागत दोगुनी कर दी जाए, तो लाभ दोगुना हो जाएगा।
- (iii) यदि समुद्र तट के विपरीत छोर पर दुकानें A और B स्थित हों तो कीमतों और मुनाफे का क्या होगा?

S.No. of Question Paper:

Unique Paper Code : 12271403 (OC)

Name of the Paper : Introductory Econometrics

Name of the Course : CBCS Core

Semester : IV

Duration: 2 hours

Maximum Marks: 75

(Write Your Roll No. on the top immediately on receipt of this question paper.)

Note: Answers may be written either in English or in Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

Answer any four questions out of six.

छह में से किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दें।

All questions carry equal marks.

सभी प्रश्नों पर समान अंक हैं।

Use of simple non-programmable calculator is allowed. Statistical tables are attached for your reference. Numbers may be rounded off to two decimal places for all calculations.

सरल गैर-प्रोग्रामेबल कैलकुलेटर का उपयोग करने की अनुमति है। आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकीय तालिकाएँ संलग्न हैं। सभी गणनाओं के लिए दो दशमलव स्थानों पर संख्याओं को गोल किया जा सकता है।

Q1 a) Consider the following data on hourly wage rates (Y), labour productivity (X_1) and literacy rate (X_2) in a country ABV:

Y	90	72	54	42	30	12
X_1	3	5	6	8	12	14
X_2	16	10	7	4	3	2

- Calculate the estimators of the regression $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i$
- Test the hypothesis $\beta_2 = 0$ against the alternative $\beta_2 > 0$ at 5% level of significance.
- Calculate R^2 and $\bar{R}^2$ and comment on them.
- Construct an ANOVA table and check for the significance of the regression at 5% level of significance.

v. Do you think that $\text{Cov}(\mu, x)$ will be non-zero in the model which has low R^2 ? Explain.

b) A random sample of 100 athletes show that their average running time follow a normal distribution with mean μ and known standard deviation equal to 80 minutes. Let the null hypothesis be $H_0: \mu = 56$ & $H_A: \mu > 56$. Let the rejection region be $\bar{x} > 60$. If $\mu = 62$, find the probability of type II error. What is the relationship between Type I and Type II error? Explain (18.75)

Q1) अ) किसी देश ABV में प्रति घंटा मजदूरी की दरें (Y), श्रम उत्पादकता (X_1) और साक्षरता दर (X_2) के निम्नलिखित आंकड़ों पर विचार करें:

Y	90	72	54	42	30	12
X_1	3	5	6	8	12	14
X_2	16	10	7	4	3	2

- प्रतिगमन $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i$ के अनुमानकों की गणना कीजिये ।
- 5% के महत्व के स्तर पर परिकल्पना $\beta_2 = 0$ के खिलाफ वैकल्पिक परिकल्पना $\beta_2 > 0$ का परीक्षण करें।
- R^2 और $\bar{R}^2$ की गणना कीजिये और उन पर टिप्पणी कीजिये ।
- एनोवा (ANOVA) तालिका का निर्माण कीजिये अथवा प्रतिगमन के महत्व को 5% के स्तर पर जाँच कीजिये ।
- क्या आपको लगता है कि $\text{Cov}(\mu, x)$ उस मॉडल में गैर-शून्य होगा जिसका R^2 कम है? स्पष्ट कीजिए।

बी) 100 एथलीटों का एक यादृच्छिक नमूना दिखाता है कि उनके औसत चलने का समय सामान्य वितरण का पालन करता है जिसका औसत μ और ज्ञात मानक विचलन 80 मिनट के बराबर । शून्य परिकल्पना $H_0: \mu = 56$ & $H_0: \mu > 56$ होने दीजिये। अस्वीकृति क्षेत्र $\bar{x} > 60$ होने दीजिये। यदि $\mu = 62$ है, तो टाइप II त्रुटि की संभावना खोजें। टाइप I और टाइप II त्रुटि के बीच क्या संबंध हैं? समझाइये। (18.75)

Q2 a) How do you test for normality of error terms in the PRF using Jarque Bera test? What happens to least square estimates if the errors are not normally distributed? What are its consequences for the Gauss Markov theorem?

b) Data was collected on 344 corporate executives to find out the effect of MBA degree and work experience on their salary. The following model was estimated:

$$Y_i = 2.3501 + 3.6306D_{1i} - 2.6354 D_{2i} + 0.8527 X_i + 1.634 (D_1 * X)_i$$

$$t = \quad (1.263) \quad (2.1805) \quad (-3.457) \quad (7.605) \quad (2.98)$$

$$R^2 = 0.8968$$

Y: Annual Income in Lakhs of Rupees

D₁ and D₂ are MBA and gender dummies respectively

X: Work experience in years

D₁ = 1 if one has MBA degree
= 0 otherwise

D₂ = 1 for a female executive
= 0 for a male executive

- i. Write the regression equations for female MBA executives and male MBA executives separately.
- ii. Find the mean income level for the reference category and interpret it.
- iii. Test the statistical significance of differential intercept coefficient between female MBA executives and Male MBA executives at 5% level of significance.
- iv. Interpret the coefficient of $D_1 * X_i$.
- v. Now suppose out of this sample of 344 executives, 48 are female MBA executives and 156 are male MBA executives. To find out the relation between income earned and work experience, we run three regressions and the results obtained are as follows:

Regression A: 156 male MBA executives, $RSS^A = 3.701$

Regression B: for 48 female MBA executives, $RSS^B = 4.803$

Pooled Regression: with 204 (156 male + 48 female) executives, $RSS^P = 9.7602$

Using the above data, do the Chow test at 10% level of significance to check whether there is significant improvement in doing a pooled regression as compared to other two subsample regressions.

- vi. Let the population regression function be :

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_{1i} + \beta_3 D_{2i} + \beta_4 X_i + \beta_5 (D_1 * X)_i + \mu_i$$

Suppose that $E(\mu/X, D_1, D_2) = 0$ and $V(\mu/X, D_1, D_2) = \sigma^2 X^2$. Transform the original equation to obtain homoscedastic error term. (18.75)

Q2) अ) आप जारके बेरा टेस्ट का उपयोग करते हुए PRF में त्रुटि शर्तों की सामान्यता के लिए कैसे परीक्षण करते हैं? यदि त्रुटियों को सामान्य रूप से वितरित नहीं किया जाता है तो

कम से कम वर्गों का अनुमान क्या होता है? गॉस मार्कोव प्रमेय के लिए इसके परिणाम क्या हैं?

बी) एमबीए डिग्री और उनके वेतन पर कार्य अनुभव के प्रभाव का पता लगाने के लिए 344 कॉर्पोरेट अधिकारियों पर डेटा एकत्र किया गया है। निम्नलिखित मॉडल का अनुमान लगाया गया है:

$$Y_i = 2.3501 + 3.6306D_{1i} - 2.6354 D_{2i} + 0.8527 X_i + 1.634 (D_1 * X)_i$$

$$t = \quad (1.263) \quad (2.1805) \quad (-3.457) \quad (7.605) \quad (2.98)$$

$$R^2 = 0.8968$$

Y: वार्षिक आय लाखों रुपये में

D_1 अथवा D_2 क्रमशः एमबीए और लिंग डमी हैं

X: वर्षों में कार्य अनुभव

$D_1 = 1$ यदि किसी के पास MBA की डिग्री है
 $= 0$ अन्यथा

$D_2 = 1$ महिला कार्यकारी के लिए
 $= 0$ एक पुरुष कार्यकारी के लिए

- i. महिला एमबीए अधिकारियों और पुरुष एमबीए अधिकारियों के लिए प्रतिगमन समीकरणों को अलग से लिखिए ।
- ii. संदर्भ श्रेणी के लिए औसत आय स्तर का पता लगाएं और इसकी व्याख्या कीजिये।
- iii. महिला एमबीए अधिकारियों और पुरुष एमबीए अधिकारियों के बीच अंतर गुणांक के सांख्यिकीय महत्व को 5% के महत्व स्तर पर परिक्षण कीजिये ।
- iv. $D_1 * X_i$ के गुणांक की व्याख्या कीजिये ।
- v. अब मान लीजिए कि 344 अधिकारियों के इस नमूने में से 48 महिला एमबीए अधिकारी हैं और 156 पुरुष एमबीए अधिकारी हैं। अर्जित आय और कार्य अनुभव के बीच संबंध का पता लगाने के लिए, हम तीन प्रतिगमन का अनुमान लगते हैं और प्राप्त परिणाम निम्नानुसार हैं:

प्रतिगमन A: 156 पुरुष एमबीए अधिकारी, $RSS^A = 3.701$

प्रतिगमन B: 48 महिला एमबीए अधिकारियों के लिए, $RSS^B = 4.803$

पूजित प्रतिगमन: 204 (156 पुरुष 48 महिला) अधिकारियों के साथ,

$RSS^P = 9.7602$

उपरोक्त आंकड़ों का उपयोग करते हुए, 10% के महत्व के स्तर पर Chow परीक्षण कीजिये, यह जांचने के लिए कि क्या अन्य दो उप नमूना प्रतिगमन की तुलना में एक पुलित प्रतिगमन करने में महत्वपूर्ण सुधार है या नहीं।

vi. जनसंख्या प्रतिगमन कार्य होने दीजिये:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 D_{1i} + \beta_3 D_{2i} + \beta_4 X_i + \beta_5 (D_1 * X)_i + \mu_i$$

मान लीजिए कि $E(\mu / X, D_1, D_2) = 0$ और

$V(\mu / X, D_1, D_2) = \sigma^2 X^2$. Homoscedastic त्रुटि प्राप्त करने के लिए मूल समीकरण को परिवर्तित कीजिये । (18.75)

Q3 a) A researcher wants to find out what are the factors which determine the number of installs (I) of an application (app) from a famous app store. Size in Mbs (S), Reviews in '000s (Re), Ratings (0 to 5) (Ra), Price in 'Rs (P). She ran the following regressions:

$$\log I = 1.329 + 0.2356 S + 0.4320 \log(Ra) - 0.2678 P + 1.928 \log(Re)$$

$$Se = (0.63) \quad (0.242) \quad (1.29) \quad (0.001) \quad (0.156)$$

$$R^2 = 0.734 \quad df = 156$$

- Interpret the regression above.
- Test for statistical significance of Price in the model. Depending on the result do you suggest that price is a significant factor affecting app installation?
- Suppose the regression is re-estimated where number of installs (I) varies only with respect to price (P). Average I in sample is 5 and average P is Rs 8.9. Following regression was estimated:

$$\hat{I} = 52.351 + 3.139 \frac{1}{P}$$

$$se = (37.39) \quad (0.0187)$$

$$df = 156, \quad R^2 = 0.806$$

How would you interpret this model? Explain the shape of the curve.

- What would be the slope and elasticity of number of installs with reference to the equation given in iii) above?
- How would the equation in iii) change if we suggest that number of app installations varies with respect to the kind of cellular phone used by the customer, that is android or ios phones?

b) Will a dummy variable trap always exist if the number of dummies taken for a variable is same as the number of categories of that variable?

c) Show that the coefficient of determination, R^2 , can also be obtained as the squared correlation between actual Y values and the Y values estimated from the regression model where Y is the dependent variable.

Note that the coefficient of correlation between Y and X is

$$r = \frac{\sum y_i x_i}{\sqrt{\sum y_i^2 \sum x_i^2}}$$

And also that $\bar{y} = \hat{y}$ (18.75)

Q3) अ) एक शोधकर्ता यह पता लगाना चाहता है कि एक प्रसिद्ध ऐप स्टोर से एप्लिकेशन (ऐप) की इंस्टॉल (I) की संख्या निर्धारित करने वाले कारक क्या हैं। Mbs में आकार (S), 000's में समीक्षा (Re), रेटिंग (0 से 5) (Ra), मूल्य में Price रु (P)। उसने निम्नलिखित प्रतिगमन को चलाया:

$$\log I = 1.329 + 0.2356 S + 0.4320 \log(Ra) - 0.2678 P + 1.928 \log(Re)$$

$$Se = (0.63) \quad (0.242) \quad (1.29) \quad (0.001) \quad (0.156)$$

$$R^2 = 0.734 \quad df = 156$$

- i. ऊपर दिए गए प्रतिगमन की व्याख्या कीजिये ।
- ii. मॉडल में मूल्य के सांख्यिकीय महत्व के लिए परीक्षण कीजिये। परिणाम के आधार पर आप क्या आप सुझाव देंगे कि मूल्य ऐप इंस्टॉलेशन को प्रभावित करने वाला एक महत्वपूर्ण कारक है?
- iii. मान लीजिए कि प्रतिगमन फिर से अनुमानित किया जाता है जहां इंस्टॉल की संख्या (I) केवल मूल्य (P) के संबंध में भिन्न होती है। नमूने में औसत I 5 हैं और औसत P 8.9 हैं। निम्नलिखित प्रतिगमन का अनुमान लगाया जाता है:

$$\hat{I} = 52.351 + 3.139 \frac{1}{P}$$

$$se = (37.39) \quad (0.0187)$$

$$df = 156, \quad R^2 = 0.806$$

आप इस मॉडल की व्याख्या कैसे करेंगे? वक्र के आकार की व्याख्या कीजिये ।

- iv. उपरोक्त iii में दिए गए समीकरण के संदर्भ में इंस्टॉल की संख्या की ढलान और लोच क्या होगी?
 - v. iii में समीकरण कैसे बदलेगा यदि हम सुझाव देते हैं कि ऐप इंस्टॉलेशन की संख्या ग्राहक द्वारा उपयोग किए जाने वाले सेल्युलर फोन के संबंध में भिन्न होती है, जो कि एंड्रॉइड या आईओएस फोन हो सकता है?
- बी) यदि किसी वैरिएबल की डमी की संख्या उस वैरिएबल की श्रेणियों की संख्या के समान हो तो क्या डमी वैरिएबल ट्रैप हमेशा मौजूद रहेगा?

स) दिखाएँ कि निर्धारण के गुणांक, R^2 , को वास्तविक Y मानों और प्रतिगमन मॉडल से अनुमानित Y मानों के बीच वर्गीय सहसंबंध के रूप में भी प्राप्त किया जा सकता है जहाँ Y आश्रित चर है।

ध्यान दें कि Y और X के बीच सहसंबंध का गुणांक है

$$r = \frac{\sum y_i x_i}{\sqrt{\sum y_i^2 \sum x_i^2}}$$

और वह भी कि $\bar{y} = \hat{y}$ (18.75)

- Q4 a) The sales manager of a company believes that the district sales (S_t) of motor vehicles has been growing according to the model $S_t = S_0 (1 + g)^t$, where t is the time. Average sales is 50 units and average time is 4 years. He obtains the following OLS regression results:

$$\ln S_t = 3.6889 + 0.0583 t$$

- What is the estimate of the instantaneous and compound growth rate?
- What is the estimate of S_0 ?
- What will be the elasticity of sales with respect to time?
- Suppose the researcher modifies the above equation and estimates the following regression: $\hat{S}_t = 5.6731 + 2.7530 t$
Interpret the model.
- Compute elasticity of sales with respect to time for the model in part iv. Compare your results with the answer obtained in part iii.

b) Why are the OLS estimators not efficient when errors are not homoscedastic?

c) In a multiple regression model $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i$ if X_2 and X_3 are linearly correlated with each other in the sample and both have a large partial effect on Y , then how would the slope coefficients in the model change?

d) In the multiple regression model given in c) above suppose $\beta_2 = 1$, how would you obtain best estimates of β_1 & β_3 ? (18.75)

Q4) अ) एक कंपनी के बिक्री प्रबंधक का मानना है कि मोटर वाहनों की जिला बिक्री (सेंट) $S_t = S_0 (1 + g)^t$, मॉडल के अनुसार बढ़ रही है, जहाँ पर t समय हैं। औसत बिक्री 50 यूनिट है और औसत समय 4 साल है। वह निम्नलिखित ओएलएस प्रतिगमन परिणाम प्राप्त करता है:

$$\ln S_t = 3.6889 + 0.0583 t$$

- i. तात्कालिक और मिश्रित विकास दर का अनुमान क्या है?
- ii. S_0 का अनुमान क्या है?
- iii. समय के संबंध में बिक्री की लोच क्या होगी?
- iv. मान लीजिए कि शोधकर्ता उपरोक्त समीकरण को संशोधित करता है और निम्नलिखित प्रतिगमन का अनुमान लगाता है: $\hat{S}_t = 5.6731 + 2.7530 t$
मॉडल की व्याख्या कीजिये।
- v. भाग iv में मॉडल के लिए समय के साथ बिक्री की लोच की गणना कीजिये। भाग iii में प्राप्त उत्तर के साथ अपने परिणामों की तुलना कीजिये।

बी) जब त्रुटियां होमोसिस्टैस्टिक नहीं होती हैं तो OLS अनुमानक कुशल क्यों नहीं होते हैं?

स) एक एकाधिक प्रतिगमन मॉडल $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \mu_i$ में यदि X_2 और X_3 नमूने में एक दूसरे के साथ रैखिक रूप से सहसंबद्ध हैं और दोनों का Y पर बड़ा आंशिक प्रभाव है, तो मॉडल में ढलान गुणांक कैसे परिवर्तित होगा?

डी) स) में दिए गए एकाधिक प्रतिगमन मॉडल में मान लीजिये $\beta_2 = 1$ हैं, तो आप β_1 & β_3 का सबसे अच्छा अनुमान कैसे प्राप्त करेंगे? (18.75)

Q5 a) Demographic data from 126 countries is obtained for the year 2017. It is hypothesized that life expectancy (Y) is dependent on number of under five deaths (X_2), polio immunization coverage (D), Per capita Govt. Exp. on Health Care (X_3) (in Rs crores), Per Capita GNI (in Rs crores) (X_4) and Average number of years of Schooling (X_5). Polio immunization coverage = 1 if yes and 0 otherwise. Following regressions were estimated:

MODEL 1:

$$\hat{Y}_i = 0.903 - 0.561X_{2i} + 2.008 X_{3i} + 0.553X_{4i} + 0.778 X_{5i} + 3.638 D$$

se =	(1.280)	(0.405)	(0.765)	(0.712)	(0.491)
$R^2 = 0.787$	$RSS = 1339.8$				

MODEL 2:

$$\hat{Y}_i = 1.379 + 0.594 X_{3i} + 2.139 D$$

se =	(0.406)	(0.465)
$R^2 = 0.677$	$RSS = 1567.28$	

- Is it a time series or a cross sectional data
- Show model 2 is a restricted version of model 1 and what is the restriction?
- Test for the statistical significance of the restriction at 5% level.
- Construct a 95% confidence interval for true per capita government health expenditure in model II and check whether it is statistically significant.
- In a CLRM what will be the effect on estimates of slope coefficient and intercept if:
 - Y is multiplied by a constant c
 - X is multiplied by a constant c?

b) Following regression output is based on a sample of 30 farms where Y = output of rice per acre in tonnes and X = quantity of manure applied per acre in kgs.

$$\hat{Y}_i = 384.105 + 3.67X_i$$

$$se = (151.54) \quad (1.00)$$

$$RSS = 6776$$

Construct a 95% confidence interval for mean output when 8kg of manure is applied given that the sample average of manure applied per acre is 5kgs.

c) Following data was collected to study the effects of training on duration of unemployment. Let X be the duration of unemployment for those without training and Y be duration for those with training.

x	35	42	17	55	24
y	31	37	21	10	28

Test equality of variances at 10% level of significance.

(18.75)

Q5) अ) वर्ष 2017 के लिए 126 देशों का जनसांख्यिकीय डेटा प्राप्त किया गया है। यह अनुमान लगाया गया है कि जीवन प्रत्याशा (Y) पांच से कम उम्र में मृत्यु (X_2), पोलियो प्रतिरक्षण कवरेज (D), प्रति व्यक्ति सरकार व्यय स्वास्थ्य देखभाल के लिए (X_3) (करोड़ रुपये में), प्रति व्यक्ति GNI (करोड़ रुपये में) (X_4) और स्कूली शिक्षा के वर्षों की औसत संख्या (X_5)। पोलियो प्रतिरक्षण कवरेज = 1 यदि हां और 0 अन्यथा। निम्नलिखित प्रतिमानों का अनुमान लगाया गया है:

नमूना 1:

$$\hat{Y}_i = 0.903 - 0.561X_{2i} + 2.008X_{3i} + 0.553X_{4i} + 0.778X_{5i} + 3.638D$$

$$se = \quad (1.280) \quad (0.405) \quad (0.765) \quad (0.712) \quad (0.491)$$

$$R^2 = 0.787 \quad RSS = 1339.8$$

नमूना 2:

$$\hat{Y}_i = 1.379 + 0.594 X_{3i} + 2.139 D$$

$$se = (0.406) \quad (0.465)$$

$$R^2 = 0.677 \quad RSS = 1567.28$$

- क्या यह एक समय श्रृंखला या एक पार अनुभागीय डेटा है?
- दर्शाइए मॉडल 2 मॉडल 1 का प्रतिबंधित संस्करण है और प्रतिबंध क्या है?
- 5% के स्तर पर प्रतिबंध के सांख्यिकीय महत्व के लिए परीक्षण कीजिये।
- मॉडल II में सही प्रति व्यक्ति सरकारी स्वास्थ्य व्यय के लिए 95% विश्वास अंतराल का निर्माण कीजिये और जांच कीजिये कि क्या यह सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण है।
- एक सीएलआरएम में ढलान गुणांक के अनुमानों पर क्या प्रभाव पड़ेगा और यदि हो तो:

- Y को एक स्थिर c से गुणा किया जाता है।
- X को एक स्थिर c से गुणा किया जाता है।

बी) निम्नलिखित प्रतिगमन उत्पादन 30 फार्मों के नमूने पर आधारित होता है जहां Y = टन में प्रति एकड़ चावल का उत्पादन और X = प्रति एकड़ खाद की मात्रा का उत्पादन किलोग्राम में होता है:

$$\hat{Y}_i = 384.105 + 3.67X_i$$

$$se = (151.54) \quad (1.00)$$

$$RSS = 6776$$

औसत उत्पादन के लिए 95% विश्वास अंतराल का निर्माण करें जब 8kg खाद लागू किया जाता है अथवा खाद का नमूना औसत प्रति एकड़ 5 किलोग्राम है।

स) बेरोजगारी की अवधि में प्रशिक्षण के प्रभावों का अध्ययन करने के लिए निम्नलिखित डेटा एकत्र किया गया है। बता दें कि X बिना प्रशिक्षण के बेरोजगारी की अवधि है और Y प्रशिक्षण वाले लोगों के लिए बेरोजगारी की अवधि है।

x	35	42	17	55	24
y	31	37	21	10	28

महत्व के 10% के स्तर पर विभिन्नताओं की समानता का परिक्षण कीजिये। (18.75)

Q6 a) Let the population regression function be as follows, where errors follow AR(1) process:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \mu_t$$

$$\mu_t = \rho \mu_{t-1} + \varepsilon_t$$

OLS is used to estimate the function using time-series data for 10 consecutive time periods.

- If errors follow AR (1) how would it affect the least squares estimation?
- The residuals for the 10 consecutive time periods are as follows

Time Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Residuals	-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2	+3	+4	+5

Plot the residuals with respect to time. What conclusion can you draw about the pattern of the residuals over time?

- Compute the Durbin-Watson d-statistic and interpret it.
- What are the underlying assumptions of the 'd' statistic? What alternative tests can be used if these assumptions are not met?
- Now suppose that in the regression given above errors are assumed to follow higher order autoregressive process. It is also given that the auxiliary regression of estimated residuals on original X and lagged values of estimated residuals gives an R^2 of 0.7498. Obtain an appropriate test statistic to test for serial correlation. Outline the steps of the test clearly. (18.75)

b) In the model $Y_i = \beta_2 X_i + \mu_i$, $\text{Var}(\mu_i) = \sigma^2 X_i^2$

- Show that $\text{Var}(\hat{\beta}_2) = \frac{\sigma^2 \sum X_i^4}{(\sum X_i^2)^2}$.
- How would you use the Bresuch-Pagan-Godfrey test to check for the violation of homoscedasticity?
- How would you transform the model to correct for heteroscedasticity? What assumptions are being made here in the process?

Q6) अ) जनसंख्या प्रतिगमन फ़ंक्शन निम्नानुसार है, जहां त्रुटियाँ AR (1) प्रक्रिया का अनुसरण करती हैं:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \mu_t$$

$$\mu_t = \rho \mu_{t-1} + \varepsilon_t$$

OLS का उपयोग फ़ंक्शन का अनुमान लगाने के लिए लगातार 10 समय अवधि के लिए समय-श्रृंखला डेटा का उपयोग करने के लिए किया जाता है।

- यदि त्रुटियाँ AR (1) का अनुसरण करती हैं, तो यह न्यूनतम वर्गों के अनुमान को कैसे प्रभावित करेगा?
- लगातार 10 समय अवधियों के अवशेष इस प्रकार हैं:

Time Period	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Residuals	-5	-4	-3	-2	-1	+1	+2	+3	+4	+5

अवशेषों को समय के संबंध में प्लॉट करें। आप समय के साथ अवशेषों के पैटर्न के बारे में क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?

- iii. डर्बिन-वाटसन डी-स्टेटिस्टिक की गणना कीजिये और इसकी व्याख्या कीजिये।
- iv. 'd' आँकड़ा की अंतर्निहित धारणाएँ क्या हैं? यदि इन धारणाओं को पूरा नहीं किया जाता है तो क्या वैकल्पिक परीक्षणों का उपयोग किया जा सकता है?
- v. अब मान लीजिए कि ऊपर दिए गए रिग्रेशन में त्रुटियाँ उच्चतर निरंकुश प्रक्रिया का पालन करते हैं। यह भी दिया जाता है कि अनुमानित अवशिष्टों का मूल X पर और अनुमानित अवशेषों के पिछड़े हुए मान के सहायक प्रतिगमन में R^2 0.7498 हैं। क्रमिक सहसम्बन्ध के परीक्षण करने के लिए एक उपयुक्त परीक्षण आँकड़ा प्राप्त कीजिये। परीक्षण के चरणों को स्पष्ट रूप से रेखांकित कीजिये।

b) मॉडल में $Y_i = \beta_2 X_i + \mu_i$, $\text{Var}(\mu_i) = \sigma^2 X_i^2$

- i. दिखाएँ कि $\text{Var}(\hat{\beta}_2) = \frac{\sigma^2 \sum X_i^4}{(\sum X_i^2)^2}$.
- ii. आप समरूपता (homoscedasticity) के उल्लंघन की जाँच के लिए ब्रेस्च-पैगन-गॉडफ्रे (Breusch-Pagan-Godfrey) परीक्षण का उपयोग कैसे करेंगे?
- iii. आप विषमलैंगिकता को सुधारने के लिए के लिए मॉडल को कैसे बदलेंगे? इस प्रक्रिया में यहां क्या धारणा बनाई जा रही है? (18.75)

Appendix D

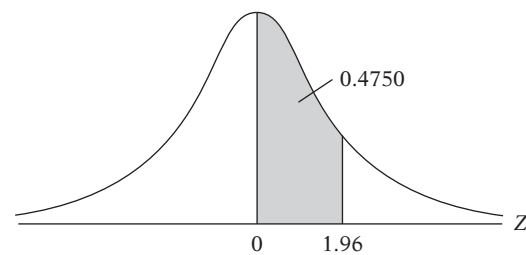
Statistical Tables

Table D.1	Areas under the Standardized Normal Distribution
Table D.2	Percentage Points of the t Distribution
Table D.3	Upper Percentage Points of the F Distribution
Table D.4	Upper Percentage Points of the χ^2 Distribution
Table D.5A	Durbin–Watson d Statistic: Significance Points of d_L and d_U at 0.05 Level of Significance
Table D.5B	Durbin–Watson d Statistic: Significance Points of d_L and d_U at 0.01 Levels of Significance
Table D.6	Critical Values of Runs in the Runs Test
Table D.7	1% and 5% Critical Dickey–Fuller t ($= \tau$) and F Values for Unit Root Tests

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, $P(-1.96 \leq Z \leq 0) = 0.4750$. Therefore, $P(-1.96 \leq Z \leq 1.96) = 2(0.4750) = 0.95$.

TABLE D.2
Percentage Points of
the t Distribution

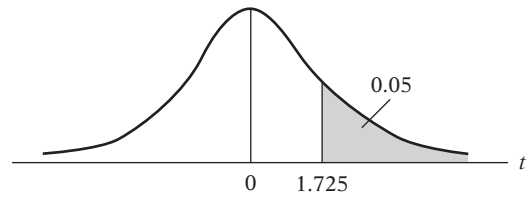
Source: From E. S. Pearson and H. O. Hartley, eds., *Biometrika Tables for Statisticians*, vol. 1, 3d ed., table 12, Cambridge University Press, New York, 1966. Reproduced by permission of the editors and trustees of *Biometrika*.

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	1.886	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.

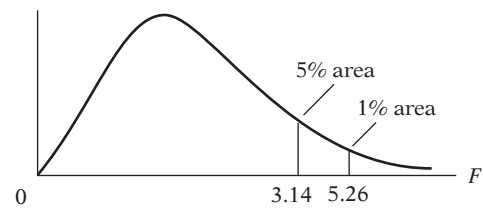
TABLE D.3 Upper Percentage Points of the F Distribution**Example**

$$\Pr(F > 1.59) = 0.25$$

$$\Pr(F > 2.42) = 0.10 \quad \text{for } df \ N_1 = 10$$

$$\Pr(F > 3.14) = 0.05 \quad \text{and } N_2 = 9$$

$$\Pr(F > 5.26) = 0.01$$



df for denom- inator 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	99.4	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	4.88	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 denom- inator N_2
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞	Pr	
9.49	9.58	9.63	9.67	9.71	9.74	9.76	9.78	9.80	9.82	9.84	9.85	.25	1
61.2	61.7	62.0	62.3	62.5	62.7	62.8	63.0	63.1	63.2	63.3	63.3	.10	
246	248	249	250	251	252	252	253	253	254	254	254	.05	
3.41	3.43	3.43	3.44	3.45	3.45	3.46	3.47	3.47	3.48	3.48	3.48	.25	2
9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.47	9.48	9.48	9.49	9.49	9.49	.10	
19.4	19.4	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	19.5	.05	
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	3
2.46	2.46	2.46	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	2.47	.25	
5.20	5.18	5.18	5.17	5.16	5.15	5.15	5.14	5.14	5.14	5.14	5.13	.10	
8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.58	8.57	8.55	8.55	8.54	8.53	8.53	.05	4
26.9	26.7	26.6	26.5	26.4	26.4	26.3	26.2	26.2	26.2	26.1	26.1	.01	
2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	2.08	.25	
3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.80	3.79	3.78	3.78	3.77	3.76	3.76	.10	5
5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.69	5.66	5.66	5.65	5.64	5.63	.05	
14.2	14.0	13.9	13.8	13.7	13.7	13.7	13.6	13.6	13.5	13.5	13.5	.01	
1.89	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	1.87	.25	6
3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.15	3.14	3.13	3.12	3.12	3.11	3.10	.10	
4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.44	4.43	4.41	4.40	4.39	4.37	4.36	.05	
9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.24	9.20	9.13	9.11	9.08	9.04	9.02	.01	7
1.76	1.76	1.75	1.75	1.75	1.75	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	1.74	.25	
2.87	2.84	2.82	2.80	2.78	2.77	2.76	2.75	2.74	2.73	2.73	2.72	.10	
3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.75	3.74	3.71	3.70	3.69	3.68	3.67	.05	8
7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.09	7.06	6.99	6.97	6.93	6.90	6.88	.01	
1.68	1.67	1.67	1.66	1.66	1.66	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	1.65	.25	
2.63	2.59	2.58	2.56	2.54	2.52	2.51	2.50	2.49	2.48	2.48	2.47	.10	9
3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.32	3.30	3.27	3.27	3.25	3.24	3.23	.05	
6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.86	5.82	5.75	5.74	5.70	5.67	5.65	.01	
1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.59	1.59	1.58	1.58	1.58	1.58	1.58	.25	10
2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34	2.32	2.32	2.31	2.30	2.29	.10	
3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	2.02	3.01	2.97	2.97	2.95	2.94	2.93	.05	
5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.07	5.03	4.96	4.95	4.91	4.88	4.86	.01	11
1.57	1.56	1.56	1.55	1.55	1.54	1.54	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	.25	
2.34	2.30	2.28	2.25	2.23	2.22	2.21	2.19	2.18	2.17	2.17	2.16	.10	
3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.80	2.79	2.76	2.75	2.73	2.72	2.71	.05	12
4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.52	4.48	4.42	4.40	4.36	4.33	4.31	.01	

(Continued)

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

df for denom- inator N_2	df for numerator N_1												
	Pr	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
10	.25	1.49	1.60	1.60	1.59	1.59	1.58	1.57	1.56	1.56	1.55	1.55	1.54
	.10	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	2.30	2.28
	.05	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91
	.01	10.0	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 denom- inator N_2
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞	Pr	
1.53	1.52	1.52	1.51	1.51	1.50	1.50	1.49	1.49	1.49	1.48	1.48	.25	10
2.24	2.20	2.18	2.16	2.13	2.12	2.11	2.09	2.08	2.07	2.06	2.06	.10	
2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.64	2.62	2.59	2.58	2.56	2.55	2.54	.05	
4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.12	4.08	4.01	4.00	3.96	3.93	3.91	.01	
1.50	1.49	1.49	1.48	1.47	1.47	1.47	1.46	1.46	1.46	1.45	1.45	.25	11
2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.03	2.00	2.00	1.99	1.98	1.97	.10	
2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.51	2.49	2.46	2.45	2.43	2.42	2.40	.05	
4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.81	3.78	3.71	3.69	3.66	3.62	3.60	.01	
1.48	1.47	1.46	1.45	1.45	1.44	1.44	1.43	1.43	1.43	1.42	1.42	.25	12
2.10	2.06	2.04	2.01	1.99	1.97	1.96	1.94	1.93	1.92	1.91	1.90	.10	
2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.40	2.38	2.35	2.34	2.32	2.31	2.30	.05	
4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.57	3.54	3.47	3.45	3.41	3.38	3.36	.01	
1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.42	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40	1.40	.25	13
2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.92	1.90	1.88	1.88	1.86	1.85	1.85	.10	
2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.31	2.30	2.26	2.25	2.23	2.22	2.21	.05	
3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.38	3.34	3.27	3.25	3.22	3.19	3.17	.01	
1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.40	1.39	1.39	1.39	1.38	1.38	.25	14
2.01	1.96	1.94	1.91	1.89	1.87	1.86	1.83	1.83	1.82	1.80	1.80	.10	
2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.24	2.22	2.19	2.18	2.16	2.14	2.13	.05	
3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.22	3.18	3.11	3.09	3.06	3.03	3.00	.01	
1.43	1.41	1.41	1.40	1.39	1.39	1.38	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	.25	15
1.97	1.92	1.90	1.87	1.85	1.83	1.82	1.79	1.79	1.77	1.76	1.76	.10	
2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.18	2.16	2.12	2.11	2.10	2.08	2.07	.05	
3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.08	3.05	2.98	2.96	2.92	2.89	2.87	.01	
1.41	1.40	1.39	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	1.35	1.35	1.34	1.34	.25	16
1.94	1.89	1.87	1.84	1.81	1.79	1.78	1.76	1.75	1.74	1.73	1.72	.10	
2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.12	2.11	2.07	2.06	2.04	2.02	2.01	.05	
3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.97	2.93	2.86	2.84	2.81	2.78	2.75	.01	
1.40	1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.35	1.34	1.34	1.34	1.33	1.33	.25	17
1.91	1.86	1.84	1.81	1.78	1.76	1.75	1.73	1.72	1.71	1.69	1.69	.10	
2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.08	2.06	2.02	2.01	1.99	1.97	1.96	.05	
3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.87	2.83	2.76	2.75	2.71	2.68	2.65	.01	
1.39	1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32	1.32	.25	18
1.89	1.84	1.81	1.78	1.75	1.74	1.72	1.70	1.69	1.68	1.67	1.66	.10	
2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.04	2.02	1.98	1.97	1.95	1.93	1.92	.05	
3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.78	2.75	2.68	2.66	2.62	2.59	2.57	.01	
1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32	1.31	1.31	1.30	.25	19
1.86	1.81	1.79	1.76	1.73	1.71	1.70	1.67	1.67	1.65	1.64	1.63	.10	
2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.94	1.93	1.91	1.89	1.88	.05	
3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.71	2.67	2.60	2.58	2.55	2.51	2.49	.01	
1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.29	.25	20
1.84	1.79	1.77	1.74	1.71	1.69	1.68	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	.10	
2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.97	1.95	1.91	1.90	1.88	1.86	1.84	.05	
3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.64	2.61	2.54	2.52	2.48	2.44	2.42	.01	

(Continued)

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

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

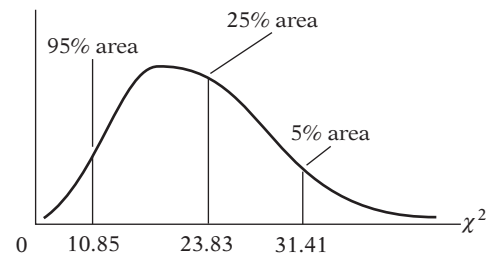
df for numerator N_1													df for denom- inator N_2
15	20	24	30	40	50	60	100	120	200	500	∞	Pr	
1.36	1.34	1.33	1.32	1.31	1.31	1.30	1.30	1.30	1.29	1.29	1.28	.25	22
1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.64	1.61	1.60	1.59	1.58	1.57	.10	
2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.91	1.89	1.85	1.84	1.82	1.80	1.78	.05	
2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.53	2.50	2.42	2.40	2.36	2.33	2.31	.01	
1.35	1.33	1.32	1.31	1.30	1.29	1.29	1.28	1.28	1.27	1.27	1.26	.25	24
1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.61	1.58	1.57	1.56	1.54	1.53	.10	
2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.86	1.84	1.80	1.79	1.77	1.75	1.73	.05	
2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.44	2.40	2.33	2.31	2.27	2.24	2.21	.01	
1.34	1.32	1.31	1.30	1.29	1.28	1.28	1.26	1.26	1.26	1.25	1.25	.25	26
1.76	1.71	1.68	1.65	1.61	1.59	1.58	1.55	1.54	1.53	1.51	1.50	.10	
2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.82	1.80	1.76	1.75	1.73	1.71	1.69	.05	
2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.36	2.33	2.25	2.23	2.19	2.16	2.13	.01	
1.33	1.31	1.30	1.29	1.28	1.27	1.27	1.26	1.25	1.25	1.24	1.24	.25	28
1.74	1.69	1.66	1.63	1.59	1.57	1.56	1.53	1.52	1.50	1.49	1.48	.10	
2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.77	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65	.05	
2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.30	2.26	2.19	2.17	2.13	2.09	2.06	.01	
1.32	1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.26	1.25	1.24	1.24	1.23	1.23	.25	30
1.72	1.67	1.64	1.61	1.57	1.55	1.54	1.51	1.50	1.48	1.47	1.46	.10	
2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.70	1.68	1.66	1.64	1.62	.05	
2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.25	2.21	2.13	2.11	2.07	2.03	2.01	.01	
1.30	1.28	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21	1.21	1.20	1.19	1.19	.25	40
1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.47	1.43	1.42	1.41	1.39	1.38	.10	
1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.66	1.64	1.59	1.58	1.55	1.53	1.51	.05	
2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.06	2.02	1.94	1.92	1.87	1.83	1.80	.01	
1.27	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.17	1.17	1.16	1.15	1.15	.25	60
1.60	1.54	1.51	1.48	1.44	1.41	1.40	1.36	1.35	1.33	1.31	1.29	.10	
1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.56	1.53	1.48	1.47	1.44	1.41	1.39	.05	
2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.88	1.84	1.75	1.73	1.68	1.63	1.60	.01	
1.24	1.22	1.21	1.19	1.18	1.17	1.16	1.14	1.13	1.12	1.11	1.10	.25	120
1.55	1.48	1.45	1.41	1.37	1.34	1.32	1.27	1.26	1.24	1.21	1.19	.10	
1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.46	1.43	1.37	1.35	1.32	1.28	1.25	.05	
2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.70	1.66	1.56	1.53	1.48	1.42	1.38	.01	
1.23	1.21	1.20	1.18	1.16	1.14	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.06	.25	200
1.52	1.46	1.42	1.38	1.34	1.31	1.28	1.24	1.22	1.20	1.17	1.14	.10	
1.72	1.62	1.57	1.52	1.46	1.41	1.39	1.32	1.29	1.26	1.22	1.19	.05	
2.13	1.97	1.89	1.79	1.69	1.63	1.58	1.48	1.44	1.39	1.33	1.28	.01	
1.22	1.19	1.18	1.16	1.14	1.13	1.12	1.09	1.08	1.07	1.04	1.00	.25	∞
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 χ^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 \ Pr	.995	.990	.975	.950	.900
1	392704×10^{-10}	157088×10^{-9}	982069×10^{-9}	393214×10^{-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	64.2778
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 $\sqrt{2\chi^2} - \sqrt{(2k-1)} = Z$ 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 8, 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	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
6	0.610	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.356	0.467	1.896	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.763	1.332	0.559	1.777	0.368	2.287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.824	1.320	0.629	1.699	0.455	2.128	0.296	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	0.316	2.645	0.203	3.005	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.812	1.579	0.658	1.864	0.512	2.177	0.379	2.506	0.268	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.861	1.562	0.715	1.816	0.574	2.094	0.445	2.390	0.328	2.692	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	0.505	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	0.685	1.977	0.562	2.220	0.447	2.472	0.343	2.727	0.251	2.979	0.175	3.216	0.111	3.438
16	1.106	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	3.304
17	1.133	1.381	1.015	1.536	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.356	2.757	0.272	2.975	0.198	3.184
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.696	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.502	2.461	0.407	2.667	0.321	2.873	0.244	3.073
19	1.180	1.401	1.074	1.536	0.967	1.685	0.859	1.848	0.752	2.023	0.649	2.206	0.549	2.396	0.456	2.589	0.369	2.783	0.290	2.974
20	1.201	1.411	1.100	1.537	0.998	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.692	2.162	0.595	2.339	0.502	2.521	0.416	2.704	0.336	2.885
21	1.221	1.420	1.125	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.964	0.732	2.124	0.637	2.290	0.547	2.460	0.461	2.633	0.380	2.806
22	1.239	1.429	1.147	1.541	1.053	1.664	0.958	1.797	0.863	1.940	0.769	2.090	0.677	2.246	0.588	2.407	0.504	2.571	0.424	2.734
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.078	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.628	2.360	0.545	2.514	0.465	2.670
24	1.273	1.446	1.188	1.546	1.101	1.656	1.013	1.775	0.925	1.902	0.837	2.035	0.751	2.174	0.666	2.318	0.584	2.464	0.506	2.613
25	1.288	1.454	1.206	1.550	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.012	0.784	2.144	0.702	2.280	0.621	2.419	0.544	2.560
26	1.302	1.461	1.224	1.553	1.143	1.652	1.062	1.759	0.979	1.873	0.897	1.992	0.816	2.117	0.735	2.246	0.657	2.379	0.581	2.513
27	1.316	1.469	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.753	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.093	0.767	2.216	0.691	2.342	0.616	2.470
28	1.328	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.028	1.850	0.951	1.958	0.874	2.071	0.798	2.188	0.723	2.309	0.650	2.431
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.198	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.826	2.164	0.753	2.278	0.682	2.396
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.998	1.931	0.926	2.034	0.854	2.141	0.782	2.251	0.712	2.363
31	1.363	1.496	1.297	1.570	1.229	1.650	1.160	1.735	1.090	1.825	1.020	1.920	0.950	2.018	0.879	2.120	0.810	2.226	0.741	2.333
32	1.373	1.502	1.309	1.574	1.244	1.650	1.177	1.732	1.109	1.819	1.041	1.909	0.972	2.004	0.904	2.102	0.836	2.203	0.769	2.306
33	1.383	1.508	1.321	1.577	1.258	1.651	1.193	1.730	1.127	1.813	1.061	1.900	0.994	1.991	0.927	2.085	0.861	2.181	0.795	2.281
34	1.393	1.514	1.333	1.580	1.271	1.652	1.208	1.728	1.144	1.808	1.080	1.891	1.015	1.979	0.950	2.069	0.885	2.162	0.821	2.257
35	1.402	1.519	1.343	1.584	1.283	1.653	1.222	1.726	1.160	1.803	1.097	1.884	1.034	1.967	0.971	2.054	0.908	2.144	0.845	2.236
36	1.411	1.525	1.354	1.587	1.295	1.654	1.236	1.724	1.175	1.799	1.114	1.877	1.053	1.957	0.991	2.041	0.930	2.127	0.868	2.216
37	1.419	1.530	1.364	1.590	1.307	1.655	1.249	1.723	1.190	1.795	1.131	1.870	1.071	1.948	1.011	2.029	0.951	2.112	0.891	2.198
38	1.427	1.535	1.373	1.594	1.318	1.656	1.261	1.722	1.204	1.792	1.146	1.864	1.088	1.939	1.029	2.017	0.970	2.098	0.912	2.180
39	1.435	1.540	1.382	1.597	1.328	1.658	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.085	0.932	2.164
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.659	1.285	1.721	1.230	1.786	1.175	1.854	1.120	1.924	1.064	1.997	1.008	2.072	0.952	2.149
45	1.475	1.566	1.430	1.615	1.383	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	1.038	2.088
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.421	1.674	1.378	1.721	1.335	1.771	1.291	1.822	1.246	1.875	1.201	1.930	1.156	1.986	1.110	2.044
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.768	1.334	1.814	1.294	1.861	1.253	1.909	1.212	1.959	1.170	2.010
60	1.549	1.616	1.514	1.652	1.480	1.689	1.444	1.727	1.408	1.767	1.372	1.808	1.335	1.850	1.298	1.894	1.260	1.939	1.222	1.984
65	1.567	1.629	1.536	1.662	1.503	1.696	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.805	1.370	1.843	1.336	1.882	1.301	1.923	1.266	1.964
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.768	1.433	1.802	1.401	1.837	1.369	1.873	1.337	1.910	1.305	1.948
75	1.598	1.652	1.571	1.680	1.543	1.709	1.515	1.739	1.487	1.770	1.458	1.801	1.428	1.834	1.399	1.867	1.369	1.901	1.339	1.935
80	1.611	1.662	1.586	1.688	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.772	1.480	1.801	1.453	1.831	1.425	1.861	1.397	1.893	1.369	1.925
85	1.624	1.671	1.600	1.696	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.801	1.474	1.829	1.448	1.857	1.422	1.886	1.396	1.916
90	1.635	1.679	1.612	1.703	1.589	1.726	1.566	1.751	1.542	1.776	1.518	1.801	1.494	1.827	1.469	1.854	1.445	1.881	1.420	1.909
95	1.645	1.687	1.623	1.709	1.602	1.732	1.579	1.755	1.557	1.778	1.535	1.802	1.512	1.827	1.489	1.852	1.465	1.877	1.442	1.903
100	1.654	1.694	1.634	1.715	1.613	1.736	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	1.898
150	1.720	1.746	1.706	1.760	1.693	1.774	1.679	1.788	1.665	1.802	1.651	1.817	1.637	1.832	1.622	1.847	1.608	1.862	1.594	1.877
200	1.758	1.778	1.748	1.789	1.738	1.799	1.728	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831	1.697	1.841	1.686	1.852	1.675	1.863	1.665	1.874

<i>n</i>	<i>k'</i> = 11		<i>k'</i> = 12		<i>k'</i> = 13		<i>k'</i> = 14		<i>k'</i> = 15		<i>k'</i> = 16		<i>k'</i> = 17		<i>k'</i> = 18		<i>k'</i> = 19		<i>k'</i> = 20	
	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>
16	0.098	3.503	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.138	3.378	0.087	3.557	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.177	3.265	0.123	3.441	0.078	3.603	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.220	3.159	0.160	3.335	0.111	3.496	0.070	3.642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.263	3.063	0.200	3.234	0.145	3.395	0.100	3.542	0.063	3.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.307	2.976	0.240	3.141	0.182	3.300	0.132	3.448	0.091	3.583	0.058	3.705	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.349	2.897	0.281	3.057	0.220	3.211	0.166	3.358	0.120	3.495	0.083	3.619	0.052	3.731	—	—	—	—	—	—
23	0.391	2.826	0.322	2.979	0.259	3.128	0.202	3.272	0.153	3.409	0.110	3.535	0.076	3.650	0.048	3.753	—	—	—	—
24	0.431	2.761	0.362	2.908	0.297	3.053	0.239	3.193	0.186	3.327	0.141	3.454	0.101	3.572	0.070	3.678	0.044	3.773	—	—
25	0.470	2.702	0.400	2.844	0.335	2.983	0.275	3.119	0.221	3.251	0.172	3.376	0.130	3.494	0.094	3.604	0.065	3.702	0.041	3.790
26	0.508	2.649	0.438	2.784	0.373	2.919	0.312	3.051	0.256	3.179	0.205	3.303	0.160	3.420	0.120	3.531	0.087	3.632	0.060	3.724
27	0.544	2.600	0.475	2.730	0.409	2.859	0.348	2.987	0.291	3.112	0.238	3.233	0.191	3.349	0.149	3.460	0.112	3.563	0.081	3.658
28	0.578	2.555	0.510	2.680	0.445	2.805	0.383	2.928	0.325	3.050	0.271	3.168	0.222	3.283	0.178	3.392	0.138	3.495	0.104	3.592
29	0.612	2.515	0.544	2.634	0.479	2.755	0.418	2.874	0.359	2.992	0.305	3.107	0.254	3.219	0.208	3.327	0.166	3.431	0.129	3.528
30	0.643	2.477	0.577	2.592	0.512	2.708	0.451	2.823	0.392	2.937	0.337	3.050	0.286	3.160	0.238	3.266	0.195	3.368	0.156	3.465
31	0.674	2.443	0.608	2.553	0.545	2.665	0.484	2.776	0.425	2.887	0.370	2.996	0.317	3.103	0.269	3.208	0.224	3.309	0.183	3.406
32	0.703	2.411	0.638	2.517	0.576	2.625	0.515	2.733	0.457	2.840	0.401	2.946	0.349	3.050	0.299	3.153	0.253	3.252	0.211	3.348
33	0.731	2.382	0.668	2.484	0.606	2.588	0.546	2.692	0.488	2.796	0.432	2.899	0.379	3.000	0.329	3.100	0.283	3.198	0.239	3.293
34	0.758	2.355	0.695	2.454	0.634	2.554	0.575	2.654	0.518	2.754	0.462	2.854	0.409	2.954	0.359	3.051	0.312	3.147	0.267	3.240
35	0.783	2.330	0.722	2.425	0.662	2.521	0.604	2.619	0.547	2.716	0.492	2.813	0.439	2.910	0.388	3.005	0.340	3.099	0.295	3.190
36	0.808	2.306	0.748	2.398	0.689	2.492	0.631	2.586	0.575	2.680	0.520	2.774	0.467	2.868	0.417	2.961	0.369	3.053	0.323	3.142
37	0.831	2.285	0.772	2.374	0.714	2.464	0.657	2.555	0.602	2.646	0.548	2.738	0.495	2.829	0.445	2.920	0.397	3.009	0.351	3.097
38	0.854	2.265	0.796	2.351	0.739	2.438	0.683	2.526	0.628	2.614	0.575	2.703	0.522	2.792	0.472	2.880	0.424	2.968	0.378	3.054
39	0.875	2.246	0.819	2.329	0.763	2.413	0.707	2.499	0.653	2.585	0.600	2.671	0.549	2.757	0.499	2.843	0.451	2.929	0.404	3.013
40	0.896	2.228	0.840	2.309	0.785	2.391	0.731	2.473	0.678	2.557	0.626	2.641	0.575	2.724	0.525	2.808	0.477	2.892	0.430	2.974
45	0.988	2.156	0.938	2.225	0.887	2.296	0.838	2.367	0.788	2.439	0.740	2.512	0.692	2.586	0.644	2.659	0.598	2.733	0.553	2.807
50	1.064	2.103	1.019	2.163	0.973	2.225	0.927	2.287	0.882	2.350	0.836	2.414	0.792	2.479	0.747	2.544	0.703	2.610	0.660	2.675
55	1.129	2.062	1.087	2.116	1.045	2.170	1.003	2.225	0.961	2.281	0.919	2.338	0.877	2.396	0.836	2.454	0.795	2.512	0.754	2.571
60	1.184	2.031	1.145	2.079	1.106	2.127	1.068	2.177	1.029	2.227	0.990	2.278	0.951	2.330	0.913	2.382	0.874	2.434	0.836	2.487
65	1.231	2.006	1.195	2.049	1.160	2.093	1.124	2.138	1.088	2.183	1.052	2.229	1.016	2.276	0.980	2.323	0.944	2.371	0.908	2.419
70	1.272	1.986	1.239	2.026	1.206	2.066	1.172	2.106	1.139	2.148	1.105	2.189	1.072	2.232	1.038	2.275	1.005	2.318	0.971	2.362
75	1.308	1.970	1.277	2.006	1.247	2.043	1.215	2.080	1.184	2.118	1.153	2.156	1.121	2.195	1.090	2.235	1.058	2.275	1.027	2.315
80	1.340	1.957	1.311	1.991	1.283	2.024	1.253	2.059	1.224	2.093	1.195	2.129	1.165	2.165	1.136	2.201	1.106	2.238	1.076	2.275
85	1.369	1.946	1.342	1.977	1.315	2.009	1.287	2.040	1.260	2.073	1.232	2.105	1.205	2.139	1.177	2.172	1.149	2.206	1.121	2.241
90	1.395	1.937	1.369	1.966	1.344	1.995	1.318	2.025	1.292	2.055	1.266	2.085	1.240	2.116	1.213	2.148	1.187	2.179	1.160	2.211
95	1.418	1.929	1.394	1.956	1.370	1.984	1.345	2.012	1.321	2.040	1.296	2.068	1.271	2.097	1.247	2.126	1.222	2.156	1.197	2.186
100	1.439	1.923	1.416	1.948	1.393	1.974	1.371	2.000	1.347	2.026	1.324	2.053	1.301	2.080	1.277	2.108	1.253	2.135	1.229	2.164
150	1.579	1.892	1.564	1.908	1.550	1.924	1.535	1.940	1.519	1.956	1.504	1.972	1.489	1.989	1.474	2.006	1.458	2.023	1.443	2.040
200	1.654	1.885	1.643	1.896	1.632	1.908	1.621	1.919	1.610	1.931	1.599	1.943	1.588	1.955	1.576	1.967	1.565	1.979	1.554	1.991

Note: *n* = number of observations, *k'* = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: This table is an extension of the original Durbin–Watson table and is reproduced from N. E. Savin and K. J. White, “The Durbin–Watson Test for Serial Correlation with Extreme Small Samples or Many Regressors,” *Econometrica*, vol. 45, November 1977, pp. 1989–96 and as corrected by R. W. Farebrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

EXAMPLE 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	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
6	0.390	1.142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.435	1.036	0.294	1.676	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.497	1.003	0.345	1.489	0.229	2.102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.554	0.998	0.408	1.389	0.279	1.875	0.183	2.433	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.604	1.001	0.466	1.333	0.340	1.733	0.230	2.193	0.150	2.690	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.653	1.010	0.519	1.297	0.396	1.640	0.286	2.030	0.193	2.453	0.124	2.892	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.697	1.023	0.569	1.274	0.449	1.575	0.339	1.913	0.244	2.280	0.164	2.665	0.105	3.053	—	—	—	—	—	—
13	0.738	1.038	0.616	1.261	0.499	1.526	0.391	1.826	0.294	2.150	0.211	2.490	0.140	2.838	0.090	3.182	—	—	—	—
14	0.776	1.054	0.660	1.254	0.547	1.490	0.441	1.757	0.343	2.049	0.257	2.354	0.183	2.667	0.122	2.981	0.078	3.287	—	—
15	0.811	1.070	0.700	1.252	0.591	1.464	0.488	1.704	0.391	1.967	0.303	2.244	0.226	2.530	0.161	2.817	0.107	3.101	0.068	3.374
16	0.844	1.086	0.737	1.252	0.633	1.446	0.532	1.663	0.437	1.900	0.349	2.153	0.269	2.416	0.200	2.681	0.142	2.944	0.094	3.201
17	0.874	1.102	0.772	1.255	0.672	1.432	0.574	1.630	0.480	1.847	0.393	2.078	0.313	2.319	0.241	2.566	0.179	2.811	0.127	3.053
18	0.902	1.118	0.805	1.259	0.708	1.422	0.613	1.604	0.522	1.803	0.435	2.015	0.355	2.238	0.282	2.467	0.216	2.697	0.160	2.925
19	0.928	1.132	0.835	1.265	0.742	1.415	0.650	1.584	0.561	1.767	0.476	1.963	0.396	2.169	0.322	2.381	0.255	2.597	0.196	2.813
20	0.952	1.147	0.863	1.271	0.773	1.411	0.685	1.567	0.598	1.737	0.515	1.918	0.436	2.110	0.362	2.308	0.294	2.510	0.232	2.714
21	0.975	1.161	0.890	1.277	0.803	1.408	0.718	1.554	0.633	1.712	0.552	1.881	0.474	2.059	0.400	2.244	0.331	2.434	0.268	2.625
22	0.997	1.174	0.914	1.284	0.831	1.407	0.748	1.543	0.667	1.691	0.587	1.849	0.510	2.015	0.437	2.188	0.368	2.367	0.304	2.548
23	1.018	1.187	0.938	1.291	0.858	1.407	0.777	1.534	0.698	1.673	0.620	1.821	0.545	1.977	0.473	2.140	0.404	2.308	0.340	2.479
24	1.037	1.199	0.960	1.298	0.882	1.407	0.805	1.528	0.728	1.658	0.652	1.797	0.578	1.944	0.507	2.097	0.439	2.255	0.375	2.417
25	1.055	1.211	0.981	1.305	0.906	1.409	0.831	1.523	0.756	1.645	0.682	1.776	0.610	1.915	0.540	2.059	0.473	2.209	0.409	2.362
26	1.072	1.222	1.001	1.312	0.928	1.411	0.855	1.518	0.783	1.635	0.711	1.759	0.640	1.889	0.572	2.026	0.505	2.168	0.441	2.313
27	1.089	1.233	1.019	1.319	0.949	1.413	0.878	1.515	0.808	1.626	0.738	1.743	0.669	1.867	0.602	1.997	0.536	2.131	0.473	2.269
28	1.104	1.244	1.037	1.325	0.969	1.415	0.900	1.513	0.832	1.618	0.764	1.729	0.696	1.847	0.630	1.970	0.566	2.098	0.504	2.229
29	1.119	1.254	1.054	1.332	0.988	1.418	0.921	1.512	0.855	1.611	0.788	1.718	0.723	1.830	0.658	1.947	0.595	2.068	0.533	2.193
30	1.133	1.263	1.070	1.339	1.006	1.421	0.941	1.511	0.877	1.606	0.812	1.707	0.748	1.814	0.684	1.925	0.622	2.041	0.562	2.160
31	1.147	1.273	1.085	1.345	1.023	1.425	0.960	1.510	0.897	1.601	0.834	1.698	0.772	1.800	0.710	1.906	0.649	2.017	0.589	2.131
32	1.160	1.282	1.100	1.352	1.040	1.428	0.979	1.510	0.917	1.597	0.856	1.690	0.794	1.788	0.734	1.889	0.674	1.995	0.615	2.104
33	1.172	1.291	1.114	1.358	1.055	1.432	0.996	1.510	0.936	1.594	0.876	1.683	0.816	1.776	0.757	1.874	0.698	1.975	0.641	2.080
34	1.184	1.299	1.128	1.364	1.070	1.435	1.012	1.511	0.954	1.591	0.896	1.677	0.837	1.766	0.779	1.860	0.722	1.957	0.665	2.057
35	1.195	1.307	1.140	1.370	1.085	1.439	1.028	1.512	0.971	1.589	0.914	1.671	0.857	1.757	0.800	1.847	0.744	1.940	0.689	2.037
36	1.206	1.315	1.153	1.376	1.098	1.442	1.043	1.513	0.988	1.588	0.932	1.666	0.877	1.749	0.821	1.836	0.766	1.925	0.711	2.018
37	1.217	1.323	1.165	1.382	1.112	1.446	1.058	1.514	1.004	1.586	0.950	1.662	0.895	1.742	0.841	1.825	0.787	1.911	0.733	2.001
38	1.227	1.330	1.176	1.388	1.124	1.449	1.072	1.515	1.019	1.585	0.966	1.658	0.913	1.735	0.860	1.816	0.807	1.899	0.754	1.985
39	1.237	1.337	1.187	1.393	1.137	1.453	1.085	1.517	1.034	1.584	0.982	1.655	0.930	1.729	0.878	1.807	0.826	1.887	0.774	1.970
40	1.246	1.344	1.198	1.398	1.148	1.457	1.098	1.518	1.048	1.584	0.997	1.652	0.946	1.724	0.895	1.799	0.844	1.876	0.749	1.956
45	1.288	1.376	1.245	1.423	1.201	1.474	1.156	1.528	1.111	1.584	1.065	1.643	1.019	1.704	0.974	1.768	0.927	1.834	0.881	1.902
50	1.324	1.403	1.285	1.446	1.245	1.491	1.205	1.538	1.164	1.587	1.123	1.639	1.081	1.692	1.039	1.748	0.997	1.805	0.955	1.864
55	1.356	1.427	1.320	1.466	1.284	1.506	1.247	1.548	1.209	1.592	1.172	1.638	1.134	1.685	1.095	1.734	1.057	1.785	1.018	1.837
60	1.383	1.449	1.350	1.484	1.317	1.520	1.283	1.558	1.249	1.598	1.214	1.639	1.179	1.682	1.144	1.726	1.108	1.771	1.072	1.817
65	1.407	1.468	1.377	1.500	1.346	1.534	1.315	1.568	1.283	1.604	1.251	1.642	1.218	1.680	1.186	1.720	1.153	1.761	1.120	1.802
70	1.429	1.485	1.400	1.515	1.372	1.546	1.343	1.578	1.313	1.611	1.283	1.645	1.253	1.680	1.223	1.716	1.192	1.754	1.162	1.792
75	1.448	1.501	1.422	1.529	1.395	1.557	1.368	1.587	1.340	1.617	1.313	1.649	1.284	1.682	1.256	1.714	1.227	1.748	1.199	1.783
80	1.466	1.515	1.441	1.541	1.416	1.568	1.390	1.595	1.364	1.624	1.338	1.653	1.312	1.683	1.285	1.714	1.259	1.745	1.232	1.777
85	1.482	1.528	1.458	1.553	1.435	1.578	1.411	1.603	1.386	1.630	1.362	1.657	1.337	1.685	1.312	1.714	1.287	1.743	1.262	1.773
90	1.496	1.540	1.474	1.563	1.452	1.587	1.429	1.611	1.406	1.636	1.383	1.661	1.360	1.687	1.336	1.714	1.312	1.741	1.288	1.769
95	1.510	1.552	1.489	1.573	1.468	1.596	1.446	1.618	1.425	1.642	1.403	1.666	1.381	1.690	1.358	1.715	1.336	1.741	1.313	1.767
100	1.522	1.562	1.503	1.583	1.482	1.604	1.462	1.625	1.441	1.647	1.421	1.670	1.400	1.693	1.378	1.717	1.357	1.741	1.335	1.765
150	1.611	1.637	1.598	1.651	1.584	1.665	1.571	1.679	1.557	1.693	1.543	1.708	1.530	1.722	1.515	1.737	1.501	1.752	1.486	1.767
200	1.664	1.684	1.653	1.693	1.643	1.704	1.633	1.715	1.623	1.725	1.613	1.735	1.603	1.746	1.592	1.757	1.582	1.768	1.571	1.779

<i>n</i>	<i>k'</i> = 11		<i>k'</i> = 12		<i>k'</i> = 13		<i>k'</i> = 14		<i>k'</i> = 15		<i>k'</i> = 16		<i>k'</i> = 17		<i>k'</i> = 18		<i>k'</i> = 19		<i>k'</i> = 20	
	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>	<i>d_L</i>	<i>d_U</i>
16	0.060	3.446	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.084	3.286	0.053	3.506	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.113	3.146	0.075	3.358	0.047	3.357	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.145	3.023	0.102	3.227	0.067	3.420	0.043	3.601	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.178	2.914	0.131	3.109	0.092	3.297	0.061	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	0.035	3.671	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.246	2.729	0.194	2.909	0.148	3.084	0.109	3.252	0.077	3.412	0.050	3.562	0.032	3.700	—	—	—	—	—	—
23	0.281	2.651	0.227	2.822	0.178	2.991	0.136	3.155	0.100	3.311	0.070	3.459	0.046	3.597	0.029	3.725	—	—	—	—
24	0.315	2.580	0.260	2.744	0.209	2.906	0.165	3.065	0.125	3.218	0.092	3.363	0.065	3.501	0.043	3.629	0.027	3.747	—	—
25	0.348	2.517	0.292	2.674	0.240	2.829	0.194	2.982	0.152	3.131	0.116	3.274	0.085	3.410	0.060	3.538	0.039	3.657	0.025	3.766
26	0.381	2.460	0.324	2.610	0.272	2.758	0.224	2.906	0.180	3.050	0.141	3.191	0.107	3.325	0.079	3.452	0.055	3.572	0.036	3.682
27	0.413	2.409	0.356	2.552	0.303	2.694	0.253	2.836	0.208	2.976	0.167	3.113	0.131	3.245	0.100	3.371	0.073	3.490	0.051	3.602
28	0.444	2.363	0.387	2.499	0.333	2.635	0.283	2.772	0.237	2.907	0.194	3.040	0.156	3.169	0.122	3.294	0.093	3.412	0.068	3.524
29	0.474	2.321	0.417	2.451	0.363	2.582	0.313	2.713	0.266	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	2.283	0.447	2.407	0.393	2.533	0.342	2.659	0.294	2.785	0.249	2.909	0.208	3.032	0.171	3.152	0.137	3.267	0.107	3.379
31	0.531	2.248	0.475	2.367	0.422	2.487	0.371	2.609	0.322	2.730	0.277	2.851	0.234	2.970	0.196	3.087	0.160	3.201	0.128	3.311
32	0.558	2.216	0.503	2.330	0.450	2.446	0.399	2.563	0.350	2.680	0.304	2.797	0.261	2.912	0.221	3.026	0.184	3.137	0.151	3.246
33	0.585	2.187	0.530	2.296	0.477	2.408	0.426	2.520	0.377	2.633	0.331	2.746	0.287	2.858	0.246	2.969	0.209	3.078	0.174	3.184
34	0.610	2.160	0.556	2.266	0.503	2.373	0.452	2.481	0.404	2.590	0.357	2.699	0.313	2.808	0.272	2.915	0.233	3.022	0.197	3.126
35	0.634	2.136	0.581	2.237	0.529	2.340	0.478	2.444	0.430	2.550	0.383	2.655	0.339	2.761	0.297	2.865	0.257	2.969	0.221	3.071
36	0.658	2.113	0.605	2.210	0.554	2.310	0.504	2.410	0.455	2.512	0.409	2.614	0.364	2.717	0.322	2.818	0.282	2.919	0.244	3.019
37	0.680	2.092	0.628	2.186	0.578	2.282	0.528	2.379	0.480	2.477	0.434	2.576	0.389	2.675	0.347	2.774	0.306	2.872	0.268	2.969
38	0.702	2.073	0.651	2.164	0.601	2.256	0.552	2.350	0.504	2.445	0.458	2.540	0.414	2.637	0.371	2.733	0.330	2.828	0.291	2.923
39	0.723	2.055	0.673	2.143	0.623	2.232	0.575	2.323	0.528	2.414	0.482	2.507	0.438	2.600	0.395	2.694	0.354	2.787	0.315	2.879
40	0.744	2.039	0.694	2.123	0.645	2.210	0.597	2.297	0.551	2.386	0.505	2.476	0.461	2.566	0.418	2.657	0.377	2.748	0.338	2.838
45	0.835	1.972	0.790	2.044	0.744	2.118	0.700	2.193	0.655	2.269	0.612	2.346	0.570	2.424	0.528	2.503	0.488	2.582	0.448	2.661
50	0.913	1.925	0.871	1.987	0.829	2.051	0.787	2.116	0.746	2.182	0.705	2.250	0.665	2.318	0.625	2.387	0.586	2.456	0.548	2.526
55	0.979	1.891	0.940	1.945	0.902	2.002	0.863	2.059	0.825	2.117	0.786	2.176	0.748	2.237	0.711	2.298	0.674	2.359	0.637	2.421
60	1.037	1.865	1.001	1.914	0.965	1.964	0.929	2.015	0.893	2.067	0.857	2.120	0.822	2.173	0.786	2.227	0.751	2.283	0.716	2.338
65	1.087	1.845	1.053	1.889	1.020	1.934	0.986	1.980	0.953	2.027	0.919	2.075	0.886	2.123	0.852	2.172	0.819	2.221	0.786	2.272
70	1.131	1.831	1.099	1.870	1.068	1.911	1.037	1.953	1.005	1.995	0.974	2.038	0.943	2.082	0.911	2.127	0.880	2.172	0.849	2.217
75	1.170	1.819	1.141	1.856	1.111	1.893	1.082	1.931	1.052	1.970	1.023	2.009	0.993	2.049	0.964	2.090	0.934	2.131	0.905	2.172
80	1.205	1.810	1.177	1.844	1.150	1.878	1.122	1.913	1.094	1.949	1.066	1.984	1.039	2.022	1.011	2.059	0.983	2.097	0.955	2.135
85	1.236	1.803	1.210	1.834	1.184	1.866	1.158	1.898	1.132	1.931	1.106	1.965	1.080	1.999	1.053	2.033	1.027	2.068	1.000	2.104
90	1.264	1.798	1.240	1.827	1.215	1.856	1.191	1.886	1.166	1.917	1.141	1.948	1.116	1.979	1.091	2.012	1.066	2.044	1.041	2.077
95	1.290	1.793	1.267	1.821	1.244	1.848	1.221	1.876	1.197	1.905	1.174	1.934	1.150	1.963	1.126	1.993	1.102	2.023	1.079	2.054
100	1.314	1.790	1.292	1.816	1.270	1.841	1.248	1.868	1.225	1.895	1.203	1.922	1.181	1.949	1.158	1.977	1.136	2.006	1.113	2.034
150	1.473	1.783	1.458	1.799	1.444	1.814	1.429	1.830	1.414	1.847	1.400	1.863	1.385	1.880	1.370	1.897	1.355	1.913	1.340	1.931
200	1.561	1.791	1.550	1.801	1.539	1.813	1.528	1.824	1.518	1.836	1.507	1.847	1.495	1.860	1.484	1.871	1.474	1.883	1.462	1.896

Note: *n* = number of observations.

k' = number of explanatory variables excluding the constant term.

Source: Savin and White, op. cit., by permission of the Econometric Society.

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

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

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

b. $n = 10$

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

c. $n = 15$

		<i>p</i>														
		0.01	0.05	0.10	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.75	0.80	0.90	0.95	0.99
<i>x</i>	0	.860	.463	.206	.035	.013	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	1	.990	.829	.549	.167	.080	.035	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	2	1.000	.964	.816	.398	.236	.127	.027	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	3	1.000	.995	.944	.648	.461	.297	.091	.018	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
	4	1.000	.999	.987	.836	.686	.515	.217	.059	.009	.001	.000	.000	.000	.000	.000
	5	1.000	1.000	.998	.939	.852	.722	.403	.151	.034	.004	.001	.000	.000	.000	.000
	6	1.000	1.000	1.000	.982	.943	.869	.610	.304	.095	.015	.004	.001	.000	.000	.000
	7	1.000	1.000	1.000	.996	.983	.950	.787	.500	.213	.050	.017	.004	.000	.000	.000
	8	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.985	.905	.696	.390	.131	.057	.018	.000	.000	.000
	9	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.966	.849	.597	.278	.148	.061	.002	.000	.000
	10	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.991	.941	.783	.485	.314	.164	.013	.001	.000
	11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.982	.909	.703	.539	.352	.056	.005	.000
	12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.973	.873	.764	.602	.184	.036	.000
	13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.965	.920	.833	.451	.171	.010
	14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.987	.965	.794	.537	.140

(continued)

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities (cont.)

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

d. $n = 20$

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

(continued)

Table A.1 Cumulative Binomial Probabilities (cont.)

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

e. $n = 25$

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

Table A.2 Cumulative Poisson Probabilities

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

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

(continued)

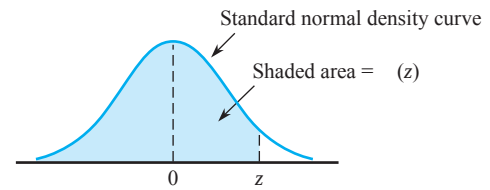
Table A.2 Cumulative Poisson Probabilities (cont.)

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

	μ										
	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	15.0	20.0
0	.135	.050	.018	.007	.002	.001	.000	.000	.000	.000	.000
1	.406	.199	.092	.040	.017	.007	.003	.001	.000	.000	.000
2	.677	.423	.238	.125	.062	.030	.014	.006	.003	.000	.000
3	.857	.647	.433	.265	.151	.082	.042	.021	.010	.000	.000
4	.947	.815	.629	.440	.285	.173	.100	.055	.029	.001	.000
5	.983	.916	.785	.616	.446	.301	.191	.116	.067	.003	.000
6	.995	.966	.889	.762	.606	.450	.313	.207	.130	.008	.000
7	.999	.988	.949	.867	.744	.599	.453	.324	.220	.018	.001
8	1.000	.996	.979	.932	.847	.729	.593	.456	.333	.037	.002
9		.999	.992	.968	.916	.830	.717	.587	.458	.070	.005
10		1.000	.997	.986	.957	.901	.816	.706	.583	.118	.011
11			.999	.995	.980	.947	.888	.803	.697	.185	.021
12			1.000	.998	.991	.973	.936	.876	.792	.268	.039
13				.999	.996	.987	.966	.926	.864	.363	.066
14				1.000	.999	.994	.983	.959	.917	.466	.105
15					.999	.998	.992	.978	.951	.568	.157
16					1.000	.999	.996	.989	.973	.664	.221
17						1.000	.998	.995	.986	.749	.297
18							.999	.998	.993	.819	.381
19							1.000	.999	.997	.875	.470
20								1.000	.998	.917	.559
21									.999	.947	.644
22									1.000	.967	.721
23										.981	.787
24										.989	.843
25										.994	.888
26										.997	.922
27										.998	.948
28										.999	.966
29										1.000	.978
30											.987
31											.992
32											.995
33											.997
34											.999
35											.999
36											1.000

Table A.3 Standard Normal Curve Areas

$$(z) = P(Z \leq z)$$



z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-3.0	.0013	.0013	.0013	.0012	.0012	.0011	.0011	.0011	.0010	.0010
-2.9	.0019	.0018	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
-2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
-2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
-2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
-2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0038
-2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
-2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0096	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
-2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
-2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
-2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
-1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
-1.8	.0359	.0352	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
-1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
-1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
-1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
-1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0722	.0708	.0694	.0681
-1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
-1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
-0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2296	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
-0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
-0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
-0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
-0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3482
-0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
-0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
-0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

(continued)

Table A.3 Standard Normal Curve Areas (cont.)

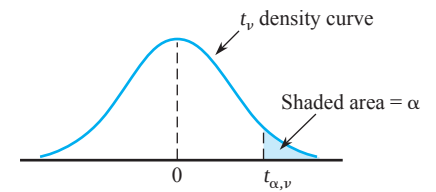
$$\Phi(z) = P(Z \leq z)$$

<i>z</i>	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
0.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
0.2	.5793	.5832	.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
0.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
0.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
0.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7224
0.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
0.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7704	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
0.8	.7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
0.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8264	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	.8770	.8790	.8810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.9015
1.3	.9032	.9049	.9066	.9082	.9099	.9115	.9131	.9147	.9162	.9177
1.4	.9192	.9207	.9222	.9236	.9251	.9265	.9278	.9292	.9306	.9319
1.5	.9332	.9345	.9357	.9370	.9382	.9394	.9406	.9418	.9429	.9441
1.6	.9452	.9463	.9474	.9484	.9495	.9505	.9515	.9525	.9535	.9545
1.7	.9554	.9564	.9573	.9582	.9591	.9599	.9608	.9616	.9625	.9633
1.8	.9641	.9649	.9656	.9664	.9671	.9678	.9686	.9693	.9699	.9706
1.9	.9713	.9719	.9726	.9732	.9738	.9744	.9750	.9756	.9761	.9767
2.0	.9772	.9778	.9783	.9788	.9793	.9798	.9803	.9808	.9812	.9817
2.1	.9821	.9826	.9830	.9834	.9838	.9842	.9846	.9850	.9854	.9857
2.2	.9861	.9864	.9868	.9871	.9875	.9878	.9881	.9884	.9887	.9890
2.3	.9893	.9896	.9898	.9901	.9904	.9906	.9909	.9911	.9913	.9916
2.4	.9918	.9920	.9922	.9925	.9927	.9929	.9931	.9932	.9934	.9936
2.5	.9938	.9940	.9941	.9943	.9945	.9946	.9948	.9949	.9951	.9952
2.6	.9953	.9955	.9956	.9957	.9959	.9960	.9961	.9962	.9963	.9964
2.7	.9965	.9966	.9967	.9968	.9969	.9970	.9971	.9972	.9973	.9974
2.8	.9974	.9975	.9976	.9977	.9977	.9978	.9979	.9979	.9980	.9981
2.9	.9981	.9982	.9982	.9983	.9984	.9984	.9985	.9985	.9986	.9986
3.0	.9987	.9987	.9987	.9988	.9988	.9989	.9989	.9989	.9990	.9990
3.1	.9990	.9991	.9991	.9991	.9992	.9992	.9992	.9992	.9993	.9993
3.2	.9993	.9993	.9994	.9994	.9994	.9994	.9994	.9995	.9995	.9995
3.3	.9995	.9995	.9995	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9996	.9997
3.4	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9997	.9998

Table A.4 The Incomplete Gamma Function

$$F(x; \alpha) = \int_0^x \frac{1}{\Gamma(\alpha)} y^{\alpha-1} e^{-y} dy$$

$x \backslash \alpha$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	.632	.264	.080	.019	.004	.001	.000	.000	.000	.000
2	.865	.594	.323	.143	.053	.017	.005	.001	.000	.000
3	.950	.801	.577	.353	.185	.084	.034	.012	.004	.001
4	.982	.908	.762	.567	.371	.215	.111	.051	.021	.008
5	.993	.960	.875	.735	.560	.384	.238	.133	.068	.032
6	.998	.983	.938	.849	.715	.554	.394	.256	.153	.084
7	.999	.993	.970	.918	.827	.699	.550	.401	.271	.170
8	1.000	.997	.986	.958	.900	.809	.687	.547	.407	.283
9		.999	.994	.979	.945	.884	.793	.676	.544	.413
10		1.000	.997	.990	.971	.933	.870	.780	.667	.542
11			.999	.995	.985	.962	.921	.857	.768	.659
12			1.000	.998	.992	.980	.954	.911	.845	.758
13				.999	.996	.989	.974	.946	.900	.834
14				1.000	.998	.994	.986	.968	.938	.891
15					.999	.997	.992	.982	.963	.930

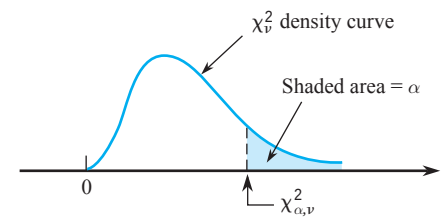
Table A.5 Critical Values for t Distributions

v	α						
	.10	.05	.025	.01	.005	.001	.0005
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
32	1.309	1.694	2.037	2.449	2.738	3.365	3.622
34	1.307	1.691	2.032	2.441	2.728	3.348	3.601
36	1.306	1.688	2.028	2.434	2.719	3.333	3.582
38	1.304	1.686	2.024	2.429	2.712	3.319	3.566
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.262	3.496
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

Table A.6 Tolerance Critical Values for Normal Population Distributions

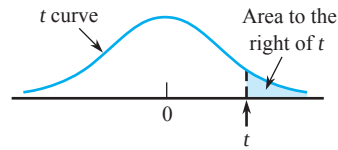
Confidence Level % of Population Captured	Two-sided Intervals						One-sided Intervals					
	95%			99%			95%			99%		
	≥ 90%	≥ 95%	≥ 99%	≥ 90%	≥ 95%	≥ 99%	≥ 90%	≥ 95%	≥ 99%	≥ 90%	≥ 95%	≥ 99%
Sample Size <i>n</i>												
2	32.019	37.674	48.430	160.193	188.491	242.300	20.581	26.260	37.094	103.029	131.426	185.617
3	8.380	9.916	12.861	18.930	22.401	29.055	6.156	7.656	10.553	13.995	17.370	23.896
4	5.369	6.370	8.299	9.398	11.150	14.527	4.162	5.144	7.042	7.380	9.083	12.387
5	4.275	5.079	6.634	6.612	7.855	10.260	3.407	4.203	5.741	5.362	6.578	8.939
6	3.712	4.414	5.775	5.337	6.345	8.301	3.006	3.708	5.062	4.411	5.406	7.335
7	3.369	4.007	5.248	4.613	5.488	7.187	2.756	3.400	4.642	3.859	4.728	6.412
8	3.136	3.732	4.891	4.147	4.936	6.468	2.582	3.187	4.354	3.497	4.285	5.812
9	2.967	3.532	4.631	3.822	4.550	5.966	2.454	3.031	4.143	3.241	3.972	5.389
10	2.839	3.379	4.433	3.582	4.265	5.594	2.355	2.911	3.981	3.048	3.738	5.074
11	2.737	3.259	4.277	3.397	4.045	5.308	2.275	2.815	3.852	2.898	3.556	4.829
12	2.655	3.162	4.150	3.250	3.870	5.079	2.210	2.736	3.747	2.777	3.410	4.633
13	2.587	3.081	4.044	3.130	3.727	4.893	2.155	2.671	3.659	2.677	3.290	4.472
14	2.529	3.012	3.955	3.029	3.608	4.737	2.109	2.615	3.585	2.593	3.189	4.337
15	2.480	2.954	3.878	2.945	3.507	4.605	2.068	2.566	3.520	2.522	3.102	4.222
16	2.437	2.903	3.812	2.872	3.421	4.492	2.033	2.524	3.464	2.460	3.028	4.123
17	2.400	2.858	3.754	2.808	3.345	4.393	2.002	2.486	3.414	2.405	2.963	4.037
18	2.366	2.819	3.702	2.753	3.279	4.307	1.974	2.453	3.370	2.357	2.905	3.960
19	2.337	2.784	3.656	2.703	3.221	4.230	1.949	2.423	3.331	2.314	2.854	3.892
20	2.310	2.752	3.615	2.659	3.168	4.161	1.926	2.396	3.295	2.276	2.808	3.832
25	2.208	2.631	3.457	2.494	2.972	3.904	1.838	2.292	3.158	2.129	2.633	3.601
30	2.140	2.549	3.350	2.385	2.841	3.733	1.777	2.220	3.064	2.030	2.516	3.447
35	2.090	2.490	3.272	2.306	2.748	3.611	1.732	2.167	2.995	1.957	2.430	3.334
40	2.052	2.445	3.213	2.247	2.677	3.518	1.697	2.126	2.941	1.902	2.364	3.249
45	2.021	2.408	3.165	2.200	2.621	3.444	1.669	2.092	2.898	1.857	2.312	3.180
50	1.996	2.379	3.126	2.162	2.576	3.385	1.646	2.065	2.863	1.821	2.269	3.125
60	1.958	2.333	3.066	2.103	2.506	3.293	1.609	2.022	2.807	1.764	2.202	3.038
70	1.929	2.299	3.021	2.060	2.454	3.225	1.581	1.990	2.765	1.722	2.153	2.974
80	1.907	2.272	2.986	2.026	2.414	3.173	1.559	1.965	2.733	1.688	2.114	2.924
90	1.889	2.251	2.958	1.999	2.382	3.130	1.542	1.944	2.706	1.661	2.082	2.883
100	1.874	2.233	2.934	1.977	2.355	3.096	1.527	1.927	2.684	1.639	2.056	2.850
150	1.825	2.175	2.859	1.905	2.270	2.983	1.478	1.870	2.611	1.566	1.971	2.741
200	1.798	2.143	2.816	1.865	2.222	2.921	1.450	1.837	2.570	1.524	1.923	2.679
250	1.780	2.121	2.788	1.839	2.191	2.880	1.431	1.815	2.542	1.496	1.891	2.638
300	1.767	2.106	2.767	1.820	2.169	2.850	1.417	1.800	2.522	1.476	1.868	2.608
∞	1.645	1.960	2.576	1.645	1.960	2.576	1.282	1.645	2.326	1.282	1.645	2.326

Table A.7 Critical Values for Chi-Squared Distributions



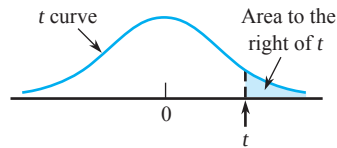
ν	α									
	.995	.99	.975	.95	.90	.10	.05	.025	.01	.005
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.843	5.025	6.637	7.882
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.992	7.378	9.210	10.597
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.344	12.837
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.832	15.085	16.748
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.440	16.812	18.548
7	0.989	1.239	1.690	2.167	2.833	12.017	14.067	16.012	18.474	20.276
8	1.344	1.646	2.180	2.733	3.490	13.362	15.507	17.534	20.090	21.954
9	1.735	2.088	2.700	3.325	4.168	14.684	16.919	19.022	21.665	23.587
10	2.156	2.558	3.247	3.940	4.865	15.987	18.307	20.483	23.209	25.188
11	2.603	3.053	3.816	4.575	5.578	17.275	19.675	21.920	24.724	26.755
12	3.074	3.571	4.404	5.226	6.304	18.549	21.026	23.337	26.217	28.300
13	3.565	4.107	5.009	5.892	7.041	19.812	22.362	24.735	27.687	29.817
14	4.075	4.660	5.629	6.571	7.790	21.064	23.685	26.119	29.141	31.319
15	4.600	5.229	6.262	7.261	8.547	22.307	24.996	27.488	30.577	32.799
16	5.142	5.812	6.908	7.962	9.312	23.542	26.296	28.845	32.000	34.267
17	5.697	6.407	7.564	8.682	10.085	24.769	27.587	30.190	33.408	35.716
18	6.265	7.015	8.231	9.390	10.865	25.989	28.869	31.526	34.805	37.156
19	6.843	7.632	8.906	10.117	11.651	27.203	30.143	32.852	36.190	38.580
20	7.434	8.260	9.591	10.851	12.443	28.412	31.410	34.170	37.566	39.997
21	8.033	8.897	10.283	11.591	13.240	29.615	32.670	35.478	38.930	41.399
22	8.643	9.542	10.982	12.338	14.042	30.813	33.924	36.781	40.289	42.796
23	9.260	10.195	11.688	13.090	14.848	32.007	35.172	38.075	41.637	44.179
24	9.886	10.856	12.401	13.848	15.659	33.196	36.415	39.364	42.980	45.558
25	10.519	11.523	13.120	14.611	16.473	34.381	37.652	40.646	44.313	46.925
26	11.160	12.198	13.844	15.379	17.292	35.563	38.885	41.923	45.642	48.290
27	11.807	12.878	14.573	16.151	18.114	36.741	40.113	43.194	46.962	49.642
28	12.461	13.565	15.308	16.928	18.939	37.916	41.337	44.461	48.278	50.993
29	13.120	14.256	16.147	17.708	19.768	39.087	42.557	45.772	49.586	52.333
30	13.787	14.954	16.791	18.493	20.599	40.256	43.773	46.979	50.892	53.672
31	14.457	15.655	17.538	19.280	21.433	41.422	44.985	48.231	52.190	55.000
32	15.134	16.362	18.291	20.072	22.271	42.585	46.194	49.480	53.486	56.328
33	15.814	17.073	19.046	20.866	23.110	43.745	47.400	50.724	54.774	57.646
34	16.501	17.789	19.806	21.664	23.952	44.903	48.602	51.966	56.061	58.964
35	17.191	18.508	20.569	22.465	24.796	46.059	49.802	53.203	57.340	60.272
36	17.887	19.233	21.336	23.269	25.643	47.212	50.998	54.437	58.619	61.581
37	18.584	19.960	22.105	24.075	26.492	48.363	52.192	55.667	59.891	62.880
38	19.289	20.691	22.878	24.884	27.343	49.513	53.384	56.896	61.162	64.181
39	19.994	21.425	23.654	25.695	28.196	50.660	54.572	58.119	62.426	65.473
40	20.706	22.164	24.433	26.509	29.050	51.805	55.758	59.342	63.691	66.766

$$\text{For } \nu > 40, \chi^2_{\alpha, \nu} \approx \nu \left(1 - \frac{2}{9\nu} + z_{\alpha} \sqrt{\frac{2}{9\nu}} \right)^3$$

Table A.8 *t* Curve Tail Areas

<i>t</i> \ <i>ν</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
0.0	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500
0.1	.468	.465	.463	.463	.462	.462	.462	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461
0.2	.437	.430	.427	.426	.425	.424	.424	.423	.423	.423	.423	.422	.422	.422	.422	.422	.422	.422
0.3	.407	.396	.392	.390	.388	.387	.386	.386	.386	.385	.385	.385	.384	.384	.384	.384	.384	.384
0.4	.379	.364	.358	.355	.353	.352	.351	.350	.349	.349	.348	.348	.348	.347	.347	.347	.347	.347
0.5	.352	.333	.326	.322	.319	.317	.316	.315	.315	.314	.313	.313	.313	.312	.312	.312	.312	.312
0.6	.328	.305	.295	.290	.287	.285	.284	.283	.282	.281	.280	.280	.279	.279	.279	.278	.278	.278
0.7	.306	.278	.267	.261	.258	.255	.253	.252	.251	.250	.249	.249	.248	.247	.247	.247	.247	.246
0.8	.285	.254	.241	.234	.230	.227	.225	.223	.222	.221	.220	.220	.219	.218	.218	.218	.217	.217
0.9	.267	.232	.217	.210	.205	.201	.199	.197	.196	.195	.194	.193	.192	.191	.191	.191	.190	.190
1.0	.250	.211	.196	.187	.182	.178	.175	.173	.172	.170	.169	.169	.168	.167	.167	.166	.166	.165
1.1	.235	.193	.176	.167	.162	.157	.154	.152	.150	.149	.147	.146	.146	.144	.144	.144	.143	.143
1.2	.221	.177	.158	.148	.142	.138	.135	.132	.130	.129	.128	.127	.126	.124	.124	.124	.123	.123
1.3	.209	.162	.142	.132	.125	.121	.117	.115	.113	.111	.110	.109	.108	.107	.107	.106	.105	.105
1.4	.197	.148	.128	.117	.110	.106	.102	.100	.098	.096	.095	.093	.092	.091	.091	.090	.090	.089
1.5	.187	.136	.115	.104	.097	.092	.089	.086	.084	.082	.081	.080	.079	.077	.077	.077	.076	.075
1.6	.178	.125	.104	.092	.085	.080	.077	.074	.072	.070	.069	.068	.067	.065	.065	.065	.064	.064
1.7	.169	.116	.094	.082	.075	.070	.065	.064	.062	.060	.059	.057	.056	.055	.055	.054	.054	.053
1.8	.161	.107	.085	.073	.066	.061	.057	.055	.053	.051	.050	.049	.048	.046	.046	.045	.045	.044
1.9	.154	.099	.077	.065	.058	.053	.050	.047	.045	.043	.042	.041	.040	.038	.038	.038	.037	.037
2.0	.148	.092	.070	.058	.051	.046	.043	.040	.038	.037	.035	.034	.033	.032	.032	.031	.031	.030
2.1	.141	.085	.063	.052	.045	.040	.037	.034	.033	.031	.030	.029	.028	.027	.027	.026	.025	.025
2.2	.136	.079	.058	.046	.040	.035	.032	.029	.028	.026	.025	.024	.023	.022	.022	.021	.021	.021
2.3	.131	.074	.052	.041	.035	.031	.027	.025	.023	.022	.021	.020	.019	.018	.018	.018	.017	.017
2.4	.126	.069	.048	.037	.031	.027	.024	.022	.020	.019	.018	.017	.016	.015	.015	.014	.014	.014
2.5	.121	.065	.044	.033	.027	.023	.020	.018	.017	.016	.015	.014	.013	.012	.012	.012	.011	.011
2.6	.117	.061	.040	.030	.024	.020	.018	.016	.014	.013	.012	.012	.011	.010	.010	.010	.009	.009
2.7	.113	.057	.037	.027	.021	.018	.015	.014	.012	.011	.010	.010	.009	.008	.008	.008	.008	.007
2.8	.109	.054	.034	.024	.019	.016	.013	.012	.010	.009	.009	.008	.008	.007	.007	.006	.006	.006
2.9	.106	.051	.031	.022	.017	.014	.011	.010	.009	.008	.007	.007	.006	.005	.005	.005	.005	.005
3.0	.102	.048	.029	.020	.015	.012	.010	.009	.007	.007	.006	.006	.005	.004	.004	.004	.004	.004
3.1	.099	.045	.027	.018	.013	.011	.009	.007	.006	.006	.005	.005	.004	.004	.004	.003	.003	.003
3.2	.096	.043	.025	.016	.012	.009	.008	.006	.005	.005	.004	.004	.003	.003	.003	.003	.003	.002
3.3	.094	.040	.023	.015	.011	.008	.007	.005	.005	.004	.004	.003	.003	.002	.002	.002	.002	.002
3.4	.091	.038	.021	.014	.010	.007	.006	.005	.004	.003	.003	.003	.002	.002	.002	.002	.002	.002
3.5	.089	.036	.020	.012	.009	.006	.005	.004	.003	.003	.002	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001
3.6	.086	.035	.018	.011	.008	.006	.004	.004	.003	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001
3.7	.084	.033	.017	.010	.007	.005	.004	.003	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001	.001
3.8	.082	.031	.016	.010	.006	.004	.003	.003	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001
3.9	.080	.030	.015	.009	.006	.004	.003	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001
4.0	.078	.029	.014	.008	.005	.004	.003	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.000	.000

(continued)

Table A.8 *t* Curve Tail Areas (cont.)

<i>t</i> \ <i>ν</i>	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	35	40	60	120	∞ (= <i>z</i>)
0.0	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500	.500
0.1	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.461	.460	.460	.460	.460	.460
0.2	.422	.422	.422	.422	.422	.422	.422	.422	.421	.421	.421	.421	.421	.421	.421	.421	.421
0.3	.384	.384	.384	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.383	.382	.382
0.4	.347	.347	.347	.347	.346	.346	.346	.346	.346	.346	.346	.346	.346	.346	.345	.345	.345
0.5	.311	.311	.311	.311	.311	.311	.311	.311	.311	.310	.310	.310	.310	.310	.309	.309	.309
0.6	.278	.278	.278	.277	.277	.277	.277	.277	.277	.277	.277	.277	.276	.276	.275	.275	.274
0.7	.246	.246	.246	.246	.245	.245	.245	.245	.245	.245	.245	.245	.244	.244	.243	.243	.242
0.8	.217	.217	.216	.216	.216	.216	.216	.215	.215	.215	.215	.215	.215	.214	.213	.213	.212
0.9	.190	.189	.189	.189	.189	.189	.188	.188	.188	.188	.188	.188	.187	.187	.186	.185	.184
1.0	.165	.165	.164	.164	.164	.164	.163	.163	.163	.163	.163	.163	.162	.162	.161	.160	.159
1.1	.143	.142	.142	.142	.141	.141	.141	.141	.141	.140	.140	.140	.139	.139	.138	.137	.136
1.2	.122	.122	.122	.121	.121	.121	.121	.120	.120	.120	.120	.120	.119	.119	.117	.116	.115
1.3	.105	.104	.104	.104	.103	.103	.103	.103	.102	.102	.102	.102	.101	.101	.099	.098	.097
1.4	.089	.089	.088	.088	.087	.087	.087	.087	.086	.086	.086	.086	.085	.085	.083	.082	.081
1.5	.075	.075	.074	.074	.074	.073	.073	.073	.073	.072	.072	.072	.071	.071	.069	.068	.067
1.6	.063	.063	.062	.062	.062	.061	.061	.061	.061	.060	.060	.060	.059	.059	.057	.056	.055
1.7	.053	.052	.052	.052	.051	.051	.051	.051	.050	.050	.050	.050	.049	.048	.047	.046	.045
1.8	.044	.043	.043	.043	.042	.042	.042	.042	.042	.041	.041	.041	.040	.040	.038	.037	.036
1.9	.036	.036	.036	.035	.035	.035	.035	.034	.034	.034	.034	.034	.033	.032	.031	.030	.029
2.0	.030	.030	.029	.029	.029	.028	.028	.028	.028	.028	.027	.027	.027	.026	.025	.024	.023
2.1	.025	.024	.024	.024	.023	.023	.023	.023	.023	.022	.022	.022	.022	.021	.020	.019	.018
2.2	.020	.020	.020	.019	.019	.019	.019	.018	.018	.018	.018	.018	.017	.017	.016	.015	.014
2.3	.016	.016	.016	.016	.015	.015	.015	.015	.015	.015	.014	.014	.014	.013	.012	.012	.011
2.4	.013	.013	.013	.013	.012	.012	.012	.012	.012	.012	.012	.011	.011	.011	.010	.009	.008
2.5	.011	.011	.010	.010	.010	.010	.010	.010	.009	.009	.009	.009	.009	.008	.008	.007	.006
2.6	.009	.009	.008	.008	.008	.008	.008	.008	.007	.007	.007	.007	.007	.007	.006	.005	.005
2.7	.007	.007	.007	.007	.006	.006	.006	.006	.006	.006	.006	.006	.005	.005	.004	.004	.003
2.8	.006	.006	.005	.005	.005	.005	.005	.005	.005	.005	.005	.004	.004	.004	.003	.003	.003
2.9	.005	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.004	.003	.003	.003	.003	.002	.002
3.0	.004	.004	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.003	.002	.002	.002	.002	.001
3.1	.003	.003	.003	.003	.003	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001
3.2	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001
3.3	.002	.002	.002	.002	.002	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.000
3.4	.002	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.000	.000
3.5	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.000	.000	.000
3.6	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.000
3.7	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3.8	.001	.001	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3.9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
4.0	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000

Table A.9 Critical Values for *F* Distributions

		$\nu_1 = \text{numerator df}$									
α		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$\nu_2 = \text{denominator df}$	1	.100	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44	59.86
		.050	161.45	199.50	215.71	224.58	230.16	233.99	236.77	238.88	240.54
		.010	4052.20	4999.50	5403.40	5624.60	5763.60	5859.00	5928.40	5981.10	6022.50
		.001	405,284	500,000	540,379	562,500	576,405	585,937	592,873	598,144	602,284
	2	.100	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38
		.050	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
		.010	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39
		.001	998.50	999.00	999.17	999.25	999.30	999.33	999.36	999.37	999.39
	3	.100	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24
		.050	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
		.010	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35
		.001	167.03	148.50	141.11	137.10	134.58	132.85	131.58	130.62	129.86
	4	.100	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94
		.050	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
		.010	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66
		.001	74.14	61.25	56.18	53.44	51.71	50.53	49.66	49.00	48.47
	5	.100	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32
		.050	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
		.010	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16
		.001	47.18	37.12	33.20	31.09	29.75	28.83	28.16	27.65	27.24
	6	.100	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96
		.050	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
		.010	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
		.001	35.51	27.00	23.70	21.92	20.80	20.03	19.46	19.03	18.69
	7	.100	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72
		.050	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
		.010	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
		.001	29.25	21.69	18.77	17.20	16.21	15.52	15.02	14.63	14.33
	8	.100	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56
		.050	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
		.010	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
		.001	25.41	18.49	15.83	14.39	13.48	12.86	12.40	12.05	11.77
	9	.100	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44
		.050	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
		.010	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
		.001	22.86	16.39	13.90	12.56	11.71	11.13	10.70	10.37	10.11
	10	.100	3.29	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35
		.050	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
		.010	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
		.001	21.04	14.91	12.55	11.28	10.48	9.93	9.52	9.20	8.96
	11	.100	3.23	2.86	2.66	2.54	2.45	2.39	2.34	2.30	2.27
		.050	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
		.010	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
		.001	19.69	13.81	11.56	10.35	9.58	9.05	8.66	8.35	8.12
	12	.100	3.18	2.81	2.61	2.48	2.39	2.33	2.28	2.24	2.21
		.050	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
		.010	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39
		.001	18.64	12.97	10.80	9.63	8.89	8.38	8.00	7.71	7.48

(continued)

Table A.9 Critical Values for *F* Distributions (cont.)

$\nu_1 = \text{numerator df}$										
10	12	15	20	25	30	40	50	60	120	1000
60.19	60.71	61.22	61.74	62.05	62.26	62.53	62.69	62.79	63.06	63.30
241.88	243.91	245.95	248.01	249.26	250.10	251.14	251.77	252.20	253.25	254.19
6055.80	6106.30	6157.30	6208.70	6239.80	6260.60	6286.80	6302.50	6313.00	6339.40	6362.70
605,621	610,668	615,764	620,908	624,017	626,099	628,712	630,285	631,337	633,972	636,301
9.39	9.41	9.42	9.44	9.45	9.46	9.47	9.47	9.47	9.48	9.49
19.40	19.41	19.43	19.45	19.46	19.46	19.47	19.48	19.48	19.49	19.49
99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.48	99.49	99.50
999.40	999.42	999.43	999.45	999.46	999.47	999.47	999.48	999.48	999.49	999.50
5.23	5.22	5.20	5.18	5.17	5.17	5.16	5.15	5.15	5.14	5.13
8.79	8.74	8.70	8.66	8.63	8.62	8.59	8.58	8.57	8.55	8.53
27.23	27.05	26.87	26.69	26.58	26.50	26.41	26.35	26.32	26.22	26.14
129.25	128.32	127.37	126.42	125.84	125.45	124.96	124.66	124.47	123.97	123.53
3.92	3.90	3.87	3.84	3.83	3.82	3.80	3.80	3.79	3.78	3.76
5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.70	5.69	5.66	5.63
14.55	14.37	14.20	14.02	13.91	13.84	13.75	13.69	13.65	13.56	13.47
48.05	47.41	46.76	46.10	45.70	45.43	45.09	44.88	44.75	44.40	44.09
3.30	3.27	3.24	3.21	3.19	3.17	3.16	3.15	3.14	3.12	3.11
4.74	4.68	4.62	4.56	4.52	4.50	4.46	4.44	4.43	4.40	4.37
10.05	9.89	9.72	9.55	9.45	9.38	9.29	9.24	9.20	9.11	9.03
26.92	26.42	25.91	25.39	25.08	24.87	24.60	24.44	24.33	24.06	23.82
2.94	2.90	2.87	2.84	2.81	2.80	2.78	2.77	2.76	2.74	2.72
4.06	4.00	3.94	3.87	3.83	3.81	3.77	3.75	3.74	3.70	3.67
7.87	7.72	7.56	7.40	7.30	7.23	7.14	7.09	7.06	6.97	6.89
18.41	17.99	17.56	17.12	16.85	16.67	16.44	16.31	16.21	15.98	15.77
2.70	2.67	2.63	2.59	2.57	2.56	2.54	2.52	2.51	2.49	2.47
3.64	3.57	3.51	3.44	3.40	3.38	3.34	3.32	3.30	3.27	3.23
6.62	6.47	6.31	6.16	6.06	5.99	5.91	5.86	5.82	5.74	5.66
14.08	13.71	13.32	12.93	12.69	12.53	12.33	12.20	12.12	11.91	11.72
2.54	2.50	2.46	2.42	2.40	2.38	2.36	2.35	2.34	2.32	2.30
3.35	3.28	3.22	3.15	3.11	3.08	3.04	3.02	3.01	2.97	2.93
5.81	5.67	5.52	5.36	5.26	5.20	5.12	5.07	5.03	4.95	4.87
11.54	11.19	10.84	10.48	10.26	10.11	9.92	9.80	9.73	9.53	9.36
2.42	2.38	2.34	2.30	2.27	2.25	2.23	2.22	2.21	2.18	2.16
3.14	3.07	3.01	2.94	2.89	2.86	2.83	2.80	2.79	2.75	2.71
5.26	5.11	4.96	4.81	4.71	4.65	4.57	4.52	4.48	4.40	4.32
9.89	9.57	9.24	8.90	8.69	8.55	8.37	8.26	8.19	8.00	7.84
2.32	2.28	2.24	2.20	2.17	2.16	2.13	2.12	2.11	2.08	2.06
2.98	2.91	2.85	2.77	2.73	2.70	2.66	2.64	2.62	2.58	2.54
4.85	4.71	4.56	4.41	4.31	4.25	4.17	4.12	4.08	4.00	3.92
8.75	8.45	8.13	7.80	7.60	7.47	7.30	7.19	7.12	6.94	6.78
2.25	2.21	2.17	2.12	2.10	2.08	2.05	2.04	2.03	2.00	1.98
2.85	2.79	2.72	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.49	2.45	2.41
4.54	4.40	4.25	4.10	4.01	3.94	3.86	3.81	3.78	3.69	3.61
7.92	7.63	7.32	7.01	6.81	6.68	6.52	6.42	6.35	6.18	6.02
2.19	2.15	2.10	2.06	2.03	2.01	1.99	1.97	1.96	1.93	1.91
2.75	2.69	2.62	2.54	2.50	2.47	2.43	2.40	2.38	2.34	2.30
4.30	4.16	4.01	3.86	3.76	3.70	3.62	3.57	3.54	3.45	3.37
7.29	7.00	6.71	6.40	6.22	6.09	5.93	5.83	5.76	5.59	5.44

(continued)

Table A.9 Critical Values for *F* Distributions (cont.)

		$\nu_1 = \text{numerator df}$									
α		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$\nu_2 = \text{denominator df}$	13	.100	3.14	2.76	2.56	2.43	2.35	2.28	2.23	2.20	2.16
		.050	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
		.010	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19
		.001	17.82	12.31	10.21	9.07	8.35	7.86	7.49	7.21	6.98
	14	.100	3.10	2.73	2.52	2.39	2.31	2.24	2.19	2.15	2.12
		.050	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
		.010	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03
		.001	17.14	11.78	9.73	8.62	7.92	7.44	7.08	6.80	6.58
	15	.100	3.07	2.70	2.49	2.36	2.27	2.21	2.16	2.12	2.09
		.050	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
		.010	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89
		.001	16.59	11.34	9.34	8.25	7.57	7.09	6.74	6.47	6.26
	16	.100	3.05	2.67	2.46	2.33	2.24	2.18	2.13	2.09	2.06
		.050	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
		.010	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78
		.001	16.12	10.97	9.01	7.94	7.27	6.80	6.46	6.19	5.98
	17	.100	3.03	2.64	2.44	2.31	2.22	2.15	2.10	2.06	2.03
		.050	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
		.010	8.40	6.11	5.19	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68
		.001	15.72	10.66	8.73	7.68	7.02	6.56	6.22	5.96	5.75
	18	.100	3.01	2.62	2.42	2.29	2.20	2.13	2.08	2.04	2.00
		.050	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
		.010	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60
		.001	15.38	10.39	8.49	7.46	6.81	6.35	6.02	5.76	5.56
	19	.100	2.99	2.61	2.40	2.27	2.18	2.11	2.06	2.02	1.98
		.050	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
		.010	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52
		.001	15.08	10.16	8.28	7.27	6.62	6.18	5.85	5.59	5.39
	20	.100	2.97	2.59	2.38	2.25	2.16	2.09	2.04	2.00	1.96
		.050	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
		.010	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46
		.001	14.82	9.95	8.10	7.10	6.46	6.02	5.69	5.44	5.24
	21	.100	2.96	2.57	2.36	2.23	2.14	2.08	2.02	1.98	1.95
		.050	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
		.010	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40
		.001	14.59	9.77	7.94	6.95	6.32	5.88	5.56	5.31	5.11
	22	.100	2.95	2.56	2.35	2.22	2.13	2.06	2.01	1.97	1.93
		.050	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
		.010	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
		.001	14.38	9.61	7.80	6.81	6.19	5.76	5.44	5.19	4.99
	23	.100	2.94	2.55	2.34	2.21	2.11	2.05	1.99	1.95	1.92
		.050	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
		.010	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30
		.001	14.20	9.47	7.67	6.70	6.08	5.65	5.33	5.09	4.89
	24	.100	2.93	2.54	2.33	2.19	2.10	2.04	1.98	1.94	1.91
		.050	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
		.010	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26
		.001	14.03	9.34	7.55	6.59	5.98	5.55	5.23	4.99	4.80

(continued)

Table A.9 Critical Values for *F* Distributions (cont.)

$\nu_1 = \text{numerator df}$										
10	12	15	20	25	30	40	50	60	120	1000
2.14	2.10	2.05	2.01	1.98	1.96	1.93	1.92	1.90	1.88	1.85
2.67	2.60	2.53	2.46	2.41	2.38	2.34	2.31	2.30	2.25	2.21
4.10	3.96	3.82	3.66	3.57	3.51	3.43	3.38	3.34	3.25	3.18
6.80	6.52	6.23	5.93	5.75	5.63	5.47	5.37	5.30	5.14	4.99
2.10	2.05	2.01	1.96	1.93	1.91	1.89	1.87	1.86	1.83	1.80
2.60	2.53	2.46	2.39	2.34	2.31	2.27	2.24	2.22	2.18	2.14
3.94	3.80	3.66	3.51	3.41	3.35	3.27	3.22	3.18	3.09	3.02
6.40	6.13	5.85	5.56	5.38	5.25	5.10	5.00	4.94	4.77	4.62
2.06	2.02	1.97	1.92	1.89	1.87	1.85	1.83	1.82	1.79	1.76
2.54	2.48	2.40	2.33	2.28	2.25	2.20	2.18	2.16	2.11	2.07
3.80	3.67	3.52	3.37	3.28	3.21	3.13	3.08	3.05	2.96	2.88
6.08	5.81	5.54	5.25	5.07	4.95	4.80	4.70	4.64	4.47	4.33
2.03	1.99	1.94	1.89	1.86	1.84	1.81	1.79	1.78	1.75	1.72
2.49	2.42	2.35	2.28	2.23	2.19	2.15	2.12	2.11	2.06	2.02
3.69	3.55	3.41	3.26	3.16	3.10	3.02	2.97	2.93	2.84	2.76
5.81	5.55	5.27	4.99	4.82	4.70	4.54	4.45	4.39	4.23	4.08
2.00	1.96	1.91	1.86	1.83	1.81	1.78	1.76	1.75	1.72	1.69
2.45	2.38	2.31	2.23	2.18	2.15	2.10	2.08	2.06	2.01	1.97
3.59	3.46	3.31	3.16	3.07	3.00	2.92	2.87	2.83	2.75	2.66
5.58	5.32	5.05	4.78	4.60	4.48	4.33	4.24	4.18	4.02	3.87
1.98	1.93	1.89	1.84	1.80	1.78	1.75	1.74	1.72	1.69	1.66
2.41	2.34	2.27	2.19	2.14	2.11	2.06	2.04	2.02	1.97	1.92
3.51	3.37	3.23	3.08	2.98	2.92	2.84	2.78	2.75	2.66	2.58
5.39	5.13	4.87	4.59	4.42	4.30	4.15	4.06	4.00	3.84	3.69
1.96	1.91	1.86	1.81	1.78	1.76	1.73	1.71	1.70	1.67	1.64
2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.93	1.88
3.43	3.30	3.15	3.00	2.91	2.84	2.76	2.71	2.67	2.58	2.50
5.22	4.97	4.70	4.43	4.26	4.14	3.99	3.90	3.84	3.68	3.53
1.94	1.89	1.84	1.79	1.76	1.74	1.71	1.69	1.68	1.64	1.61
2.35	2.28	2.20	2.12	2.07	2.04	1.99	1.97	1.95	1.90	1.85
3.37	3.23	3.09	2.94	2.84	2.78	2.69	2.64	2.61	2.52	2.43
5.08	4.82	4.56	4.29	4.12	4.00	3.86	3.77	3.70	3.54	3.40
1.92	1.87	1.83	1.78	1.74	1.72	1.69	1.67	1.66	1.62	1.59
2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.94	1.92	1.87	1.82
3.31	3.17	3.03	2.88	2.79	2.72	2.64	2.58	2.55	2.46	2.37
4.95	4.70	4.44	4.17	4.00	3.88	3.74	3.64	3.58	3.42	3.28
1.90	1.86	1.81	1.76	1.73	1.70	1.67	1.65	1.64	1.60	1.57
2.30	2.23	2.15	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89	1.84	1.79
3.26	3.12	2.98	2.83	2.73	2.67	2.58	2.53	2.50	2.40	2.32
4.83	4.58	4.33	4.06	3.89	3.78	3.63	3.54	3.48	3.32	3.17
1.89	1.84	1.80	1.74	1.71	1.69	1.66	1.64	1.62	1.59	1.55
2.27	2.20	2.13	2.05	2.00	1.96	1.91	1.88	1.86	1.81	1.76
3.21	3.07	2.93	2.78	2.69	2.62	2.54	2.48	2.45	2.35	2.27
4.73	4.48	4.23	3.96	3.79	3.68	3.53	3.44	3.38	3.22	3.08
1.88	1.83	1.78	1.73	1.70	1.67	1.64	1.62	1.61	1.57	1.54
2.25	2.18	2.11	2.03	1.97	1.94	1.89	1.86	1.84	1.79	1.74
3.17	3.03	2.89	2.74	2.64	2.58	2.49	2.44	2.40	2.31	2.22
4.64	4.39	4.14	3.87	3.71	3.59	3.45	3.36	3.29	3.14	2.99

(continued)

Table A.9 Critical Values for *F* Distributions (*cont.*)

		$\nu_1 = \text{numerator df}$									
α		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
$\nu_2 = \text{denominator df}$	25	.100	2.92	2.53	2.32	2.18	2.09	2.02	1.97	1.93	1.89
		.050	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
		.010	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
		.001	13.88	9.22	7.45	6.49	5.89	5.46	5.15	4.91	4.71
	26	.100	2.91	2.52	2.31	2.17	2.08	2.01	1.96	1.92	1.88
		.050	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
		.010	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18
		.001	13.74	9.12	7.36	6.41	5.80	5.38	5.07	4.83	4.64
	27	.100	2.90	2.51	2.30	2.17	2.07	2.00	1.95	1.91	1.87
		.050	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
		.010	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
		.001	13.61	9.02	7.27	6.33	5.73	5.31	5.00	4.76	4.57
	28	.100	2.89	2.50	2.29	2.16	2.06	2.00	1.94	1.90	1.87
		.050	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
		.010	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12
		.001	13.50	8.93	7.19	6.25	5.66	5.24	4.93	4.69	4.50
	29	.100	2.89	2.50	2.28	2.15	2.06	1.99	1.93	1.89	1.86
		.050	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
		.010	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
		.001	13.39	8.85	7.12	6.19	5.59	5.18	4.87	4.64	4.45
	30	.100	2.88	2.49	2.28	2.14	2.05	1.98	1.93	1.88	1.85
		.050	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
		.010	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
		.001	13.29	8.77	7.05	6.12	5.53	5.12	4.82	4.58	4.39
	40	.100	2.84	2.44	2.23	2.09	2.00	1.93	1.87	1.83	1.79
		.050	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
		.010	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
		.001	12.61	8.25	6.59	5.70	5.13	4.73	4.44	4.21	4.02
50	.100	2.81	2.41	2.20	2.06	1.97	1.90	1.84	1.80	1.76	
	.050	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	
	.010	7.17	5.06	4.20	3.72	3.41	3.19	3.02	2.89	2.78	
	.001	12.22	7.96	6.34	5.46	4.90	4.51	4.22	4.00	3.82	
60	.100	2.79	2.39	2.18	2.04	1.95	1.87	1.82	1.77	1.74	
	.050	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	
	.010	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72	
	.001	11.97	7.77	6.17	5.31	4.76	4.37	4.09	3.86	3.69	
100	.100	2.76	2.36	2.14	2.00	1.91	1.83	1.78	1.73	1.69	
	.050	3.94	3.09	2.70	2.46	2.31	2.19	2.10	2.03	1.97	
	.010	6.90	4.82	3.98	3.51	3.21	2.99	2.82	2.69	2.59	
	.001	11.50	7.41	5.86	5.02	4.48	4.11	3.83	3.61	3.44	
200	.100	2.73	2.33	2.11	1.97	1.88	1.80	1.75	1.70	1.66	
	.050	3.89	3.04	2.65	2.42	2.26	2.14	2.06	1.98	1.93	
	.010	6.76	4.71	3.88	3.41	3.11	2.89	2.73	2.60	2.50	
	.001	11.15	7.15	5.63	4.81	4.29	3.92	3.65	3.43	3.26	
1000	.100	2.71	2.31	2.09	1.95	1.85	1.78	1.72	1.68	1.64	
	.050	3.85	3.00	2.61	2.38	2.22	2.11	2.02	1.95	1.89	
	.010	6.66	4.63	3.80	3.34	3.04	2.82	2.66	2.53	2.43	
	.001	10.89	6.96	5.46	4.65	4.14	3.78	3.51	3.30	3.13	

(continued)

Table A.9 Critical Values for *F* Distributions (cont.)

$\nu_1 = \text{numerator df}$										
10	12	15	20	25	30	40	50	60	120	1000
1.87	1.82	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.61	1.59	1.56	1.52
2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.82	1.77	1.72
3.13	2.99	2.85	2.70	2.60	2.54	2.45	2.40	2.36	2.27	2.18
4.56	4.31	4.06	3.79	3.63	3.52	3.37	3.28	3.22	3.06	2.91
1.86	1.81	1.76	1.71	1.67	1.65	1.61	1.59	1.58	1.54	1.51
2.22	2.15	2.07	1.99	1.94	1.90	1.85	1.82	1.80	1.75	1.70
3.09	2.96	2.81	2.66	2.57	2.50	2.42	2.36	2.33	2.23	2.14
4.48	4.24	3.99	3.72	3.56	3.44	3.30	3.21	3.15	2.99	2.84
1.85	1.80	1.75	1.70	1.66	1.64	1.60	1.58	1.57	1.53	1.50
2.20	2.13	2.06	1.97	1.92	1.88	1.84	1.81	1.79	1.73	1.68
3.06	2.93	2.78	2.63	2.54	2.47	2.38	2.33	2.29	2.20	2.11
4.41	4.17	3.92	3.66	3.49	3.38	3.23	3.14	3.08	2.92	2.78
1.84	1.79	1.74	1.69	1.65	1.63	1.59	1.57	1.56	1.52	1.48
2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.79	1.77	1.71	1.66
3.03	2.90	2.75	2.60	2.51	2.44	2.35	2.30	2.26	2.17	2.08
4.35	4.11	3.86	3.60	3.43	3.32	3.18	3.09	3.02	2.86	2.72
1.83	1.78	1.73	1.68	1.64	1.62	1.58	1.56	1.55	1.51	1.47
2.18	2.10	2.03	1.94	1.89	1.85	1.81	1.77	1.75	1.70	1.65
3.00	2.87	2.73	2.57	2.48	2.41	2.33	2.27	2.23	2.14	2.05
4.29	4.05	3.80	3.54	3.38	3.27	3.12	3.03	2.97	2.81	2.66
1.82	1.77	1.72	1.67	1.63	1.61	1.57	1.55	1.54	1.50	1.46
2.16	2.09	2.01	1.93	1.88	1.84	1.79	1.76	1.74	1.68	1.63
2.98	2.84	2.70	2.55	2.45	2.39	2.30	2.25	2.21	2.11	2.02
4.24	4.00	3.75	3.49	3.33	3.22	3.07	2.98	2.92	2.76	2.61
1.76	1.71	1.66	1.61	1.57	1.54	1.51	1.48	1.47	1.42	1.38
2.08	2.00	1.92	1.84	1.78	1.74	1.69	1.66	1.64	1.58	1.52
2.80	2.66	2.52	2.37	2.27	2.20	2.11	2.06	2.02	1.92	1.82
3.87	3.64	3.40	3.14	2.98	2.87	2.73	2.64	2.57	2.41	2.25
1.73	1.68	1.63	1.57	1.53	1.50	1.46	1.44	1.42	1.38	1.33
2.03	1.95	1.87	1.78	1.73	1.69	1.63	1.60	1.58	1.51	1.45
2.70	2.56	2.42	2.27	2.17	2.10	2.01	1.95	1.91	1.80	1.70
3.67	3.44	3.20	2.95	2.79	2.68	2.53	2.44	2.38	2.21	2.05
1.71	1.66	1.60	1.54	1.50	1.48	1.44	1.41	1.40	1.35	1.30
1.99	1.92	1.84	1.75	1.69	1.65	1.59	1.56	1.53	1.47	1.40
2.63	2.50	2.35	2.20	2.10	2.03	1.94	1.88	1.84	1.73	1.62
3.54	3.32	3.08	2.83	2.67	2.55	2.41	2.32	2.25	2.08	1.92
1.66	1.61	1.56	1.49	1.45	1.42	1.38	1.35	1.34	1.28	1.22
1.93	1.85	1.77	1.68	1.62	1.57	1.52	1.48	1.45	1.38	1.30
2.50	2.37	2.22	2.07	1.97	1.89	1.80	1.74	1.69	1.57	1.45
3.30	3.07	2.84	2.59	2.43	2.32	2.17	2.08	2.01	1.83	1.64
1.63	1.58	1.52	1.46	1.41	1.38	1.34	1.31	1.29	1.23	1.16
1.88	1.80	1.72	1.62	1.56	1.52	1.46	1.41	1.39	1.30	1.21
2.41	2.27	2.13	1.97	1.87	1.79	1.69	1.63	1.58	1.45	1.30
3.12	2.90	2.67	2.42	2.26	2.15	2.00	1.90	1.83	1.64	1.43
1.61	1.55	1.49	1.43	1.38	1.35	1.30	1.27	1.25	1.18	1.08
1.84	1.76	1.68	1.58	1.52	1.47	1.41	1.36	1.33	1.24	1.11
2.34	2.20	2.06	1.90	1.79	1.72	1.61	1.54	1.50	1.35	1.16
2.99	2.77	2.54	2.30	2.14	2.02	1.87	1.77	1.69	1.49	1.22

Unique Paper Code : 12271602

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

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

Semester : VI

Maximum Marks : 75 marks

Instructions for Candidates

1. This paper consists of 6 questions. Answer **any 4** questions
2. Marks of each question are written alongside the question
3. Answers may be written either in English or in Hindi, but the same medium should be used throughout the paper

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश

1. इस पत्र में 6 प्रश्न हैं। किसी भी 4 सवालों के जवाब दें
2. प्रत्येक प्रश्न के अंक प्रश्न के साथ लिखे गए हैं
3. उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में लिखे जा सकते हैं, लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का उपयोग किया जाना चाहिए

Q1. a) Show the preferences of a couple over the number of children it wishes to have and 'other goods' using indifference curves, when children are to be taken on the horizontal axis and other goods on the vertical axis. What will be an 'optimal' fertility rate in this society, when all goods, including children, are considered essential and normal goods?

b) Show what happens to the fertility rates if:

- i. Family income increases from sources other than wage income.
 - ii. Family income increases as a result of increase in wage income where it is given that women have to divide their labor time between raising children and being a part of the labor force.
 - iii. How would your answer to part ii change if wages were to go up exclusively for men?
- (9.75+9)

प्र1. a) उदासीनता घटता का उपयोग कर, बच्चों की संख्या और अन्य सामान के बीच एक जोड़े की वरीयताओं को दिखाएं, जब बच्चों को क्षैतिज अक्ष पर लिया जाता है और अन्य सामान को ऊर्ध्वाधर अक्ष

पर। इस समाज में एक इष्टतम प्रजनन दर क्या होगी, जब बच्चों सहित सभी वस्तुओं को आवश्यक और सामान्य सामान माना जाता है?

b) दिखाएँ कि प्रजनन दर को क्या होता है यदि:

- मजदूरी आय के अलावा अन्य स्रोतों से पारिवारिक आय बढ़ती है।
- मजदूरी आय में वृद्धि के परिणामस्वरूप पारिवारिक आय में वृद्धि होती है, जहां यह माना जाता है कि महिलाओं को बच्चों को पालने और श्रम शक्ति का एक हिस्सा होने के बीच अपना श्रम समय विभाजित करना पड़ता है।
- यदि केवल पुरुषों की आय में वृद्धि होगी तो आपका ii का उत्तर कैसे बदलेगा? (9.75+9)

Q2. a) Consider an economy plagued with high levels of informal employment. Give your opinion on what would happen to the size of the informal sector if policy makers embark on Keynesian expansion to increase formal sector employment?

b) Given below is the production function for a family farm in country Zee, where income is shared equally:

No of workers	1	2	3	4	5
Output (\$)	1000	1800	2400	2800	3000

If the costs of migration are zero and there are 50% chances of anybody getting urban sector job that pays \$1300 per annum, then:

- How many workers will migrate from this family farm to the urban sector?
- Will the number of workers migrating change if the total family income, whether from the urban sector job or from the family farm, were to be pooled and shared equally? (8.75+10)

प्र2. a) अनौपचारिक रोजगार के उच्च स्तर से ग्रस्त अर्थव्यवस्था प्रणाली में, औपचारिक क्षेत्र के रोजगार को बढ़ाने के लिए, नीति निर्माताओं ने केनेसियन विस्तार को अपनाया तो अनौपचारिक क्षेत्र के माप का क्या होगा, इस पर अपनी राय दें।

b) नीचे देश ज़ी के एक पारिवारिक खेत के लिए उत्पादन फलन दिया गया है, जहां आय समान रूप से साझा की जाती है:

श्रमिकों की संख्या	1	2	3	4	5
उत्पादन(\$)	1000	1800	2400	2800	3000

यदि प्रवासन की लागत शून्य है और शहरी क्षेत्र की नौकरी, जो प्रति वर्ष \$1300 का वेतन देती है, पाने की किसी भी व्यक्ति की 50% संभावना है, तो:

- i. इस पारिवारिक खेत से शहरी क्षेत्र में कितने श्रमिक पलायन करेंगे?
- ii. क्या पलायन करने वाले श्रमिकों की संख्या में परिवर्तन होगा यदि कुल पारिवारिक आय को, चाहे शहरी क्षेत्र की नौकरी से कमाया जाए या पारिवारिक खेत से, एक साथ जमा किया जाए और समान रूप से साझा किया जाए? (8.75+10)

Q3. Explain how well-implemented land reforms, involving redistribution of land from land owners to landless, can lead to a rise in labour supply in rural agriculture markets? Use suitable diagrams to explain your point. (18.75)

प्र3. स्पष्ट करें कि अच्छी तरह लागू किए गए भूमि सुधारों से, जिसमें भूमि मालिकों से भूमिहीनों में भूमि का पुनर्वितरण किया जाए, किस तरह ग्रामीण कृषि बाजारों में श्रम आपूर्ति में वृद्धि हो सकती है? अपनी बात समझाने के लिए उपयुक्त आरेखों का उपयोग करें। (18.75)

Q4.a) Explain why land inequalities tend to rise in poor rural economies, characterized by collateralized informal lending. Use a suitable numerical example to demonstrate your point.

b) Do you agree with the hypothesis that in rural credit markets, where the probability of repayment of loan is exogenously given, the lenders earn no ex-ante return on their money over and above their opportunity cost? Explain using a numerical example. (9.75+9)

प्र4. a) बताएं कि गरीब ग्रामीण अर्थव्यवस्थाओं में, जो कि संपार्श्विक अनौपचारिक ऋण देने की विशेषता रखती हैं, भूमि असमानताएं क्यों बढ़ती हैं? अपनी बात प्रदर्शित करने के लिए एक उपयुक्त संख्यात्मक उदाहरण का उपयोग करें।

b) क्या आप इस परिकल्पना से सहमत हैं कि ग्रामीण ऋण बाजारों में, जहां ऋण की चुकौती की संभावना बहिष्कृत रूप से दी गई है, ऋणदाता अपने अवसर लागत से अधिक और उसके ऊपर अपने पैसे पर कोई प्रत्याशित ब्याज नहीं कमाते हैं? एक संख्यात्मक उदाहरण का उपयोग करके समझाएं। (9.75+9)

Q5. With reference to productive base, explain the concept of sustainable development and its measurement. How does the relationship between existing and optimal capital stock explain sustainable development? (18.75)

प्र5. उत्पादक आधार के संदर्भ में, सतत विकास की अवधारणा और उसके मापन की व्याख्या करें। मौजूदा और इष्टतम पूंजी भण्डार (स्टॉक) के बीच संबंध, सतत विकास को कैसे समझाता है? (18.75)

Q6. Discuss the processes through which global economic integration affects the poor in developing countries. What could be the best possible ways of safeguarding the interests of the poor and the vulnerable sections of the society when these countries integrate with the rest of the world? (18.75)

प्र6. उन प्रक्रियाओं पर चर्चा करें जिनके माध्यम से वैश्विक आर्थिक एकीकरण विकासशील देशों में गरीबों को प्रभावित करता है। जब ये देश बाकी दुनिया के साथ एकीकरण करते हैं, तो समाज के गरीब और कमजोर वर्गों के हितों की रक्षा के लिए सबसे अच्छा संभव तरीके क्या हो सकते हैं?

SET-2

Unique Paper Code: 12277608

Name of the Paper : Environmental Economics

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

Semester : VI

Duration: 3 hours and additional one hour for down loading question paper and scanning and uploading copy of the answer sheet

Maximum Marks : 75

Instructions for Candidates: Answer any four questions. All questions carry equal marks. Answer may be written in Hindi or English but the same medium should be followed throughout the paper

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश: किन्हीं भी चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं। उत्तर हिंदी या अंग्रेजी माध्यम में दिए जा सकते हैं लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का पालन किया जाना चाहिए।

Q1. (a) Distinguish between weak sustainability and strong sustainability paradigm. Which of the two approaches is ecologically sensitive?(9.75marks)

(b) Distinguish between Biocentrism and Anthropocentrism. And give appropriate examples. (9 marks)

Q1 (अ) कमजोर स्थिरता और मजबूत स्थिरता प्रतिमान के बीच अंतर बताइये। दोनों में से कौन सा दृष्टिकोण पारिस्थितिक रूप से संवेदनशील है?

(ब) जीवद्रव्यवाद और मानवशास्त्र के बीच उपयुक्त उदाहरण देकर अंतर बताइये।

Q2. Write short note(any two) on:

(i) User value and non user value.

(ii) Hedonic values and prices.

(iii) Tradable permits.

Q2 संक्षिप्त नोट लिखें (कोई भी दो):

(i) उपयोगकर्ता मूल्य और गैर उपयोगकर्ता मूल्य।

(ii) हेडोनिक मूल्य और कीमत।

(iii) व्यापार योग्य परमिट।

Q3. Consider the fishery example under two institutional arrangements: open access and private property regimes (the regime where individual profit maximising firm operates with a particular structure of well defined and enforceable property rights to the fishery). Use this example to show that the "Tragedy of commons" should be replaced with term "Tragedy of open access"? Explain your answer with appropriate diagram.(18.75marks)

Q3। दो संस्थागत व्यवस्थाओं के तहत मत्स्य उदाहरण पर विचार करें: खुली पहुंच और निजी संपत्ति शासन (शासन जहां व्यक्तिगत लाभ अधिकतम फर्म मछली पालन के लिए अच्छी तरह से परिभाषित और लागू करने योग्य संपत्ति अधिकारों की एक विशेष संरचना के साथ संचालित होता है)। यह दिखाने के लिए इस उदाहरण का उपयोग करें कि "सामान्य लोगों की त्रासदी" को "खुली पहुंच की त्रासदी" शब्द से बदला जाना चाहिए? उचित आरेख के साथ अपना उत्तर बताएं।

Q4. Write brief note on:

- (i) Coase Theorem and its policy significance.
- (ii) Precautionary Principle.
- (iii) Economic incentive as a type of environmental regulation.

Q4। संक्षिप्त नोट लिखें:

- (i) Coase प्रमेय और इसकी नीति महत्व।
- (ii) एहतियाती (Precautionary) सिद्धांत।
- (iii) पर्यावरणीय विनियमन के एक प्रकार के रूप में आर्थिक प्रोत्साहन।

Q5. (a) Consider a steel mill that is a monopolist in the goods market. The inverse demand function for steel production is $D(Q) = 10 - Q$. Its marginal cost $MC(Q)$ is constant and is equal to Rs.2. It produces smoke which is proportional of steel output (Q). Suppose the marginal damage from smoke is Rs.2 per unit of steel output and the monopolist is charged a Pigouvian tax of the same amount. Calculate:

(i) Unregulated output of steel, output with the Pigouvian tax and socially optimal output in the presence of the externality (smoke). (3marks)

(ii) The deadweight loss from unregulated monopolist taking into account the social cost of steel production. (3marks)

(iii) The deadweight loss from the Pigouvian tax. (4marks)

(b) Explain the concept of excludability and rivalry in the context of public goods and bad. In which category would you classify the following commodities? (8.75marks)

(i) Wired parks with controlled access.

(ii) Carbon emissions.

(iii) Acid Deposition

5 (अ) एक स्टील मिल पर विचार करें जो वस्तु बाजार में एकाधिकारी है। स्टील उत्पादन के लिए प्रतिलोम मांग फलन $D(Q) = 10 - Q$ है। इसकी सीमांत लागत 2 रु पर स्थिर है। यह धुआं पैदा करता है जो इस्पात उत्पादन (Q) के समानुपाती होता है। मान लीजिए कि धुएं से सीमांत क्षति स्टील उत्पादन के 2 रुपये प्रति यूनिट है, एकाधिकार को एक ही राशि से Pigouvian टैक्स लगाया जाता है गणना कीजिये :

(i) स्टील का अनियमित उत्पादन, Pigouvian टैक्स के साथ आउटपुट और बाहरीता (धुएं) की उपस्थिति में सामाजिक रूप से इष्टतम उत्पादन।

(ii) स्टील उत्पादन की सामाजिक लागत को ध्यान में रखते हुए अनियमित एकाधिकार से Deadweight Loss ।

(iii) Pigovian टैक्स से Deadweight Loss.

(b) सार्वजनिक वस्तुओं और हानिकारक के संदर्भ में बहिष्करण और प्रतिद्वंद्विता की अवधारणा को समझाइए। आप किस श्रेणी में निम्नलिखित वस्तुओं को वर्गीकृत करेंगे?

(i) नियंत्रित पहुँच वाले बंद उद्यान (Wired Park)।

(ii) कार्बन उत्सर्जन।

(iii) अम्ल का जमाव (Acid Deposition)

Q6. State the conditions under which Stated preference method is superior to Revealed preference method . Explain different types of constructed markets. What are the difficulties in this method.(18.75marks)

Q6। उन स्थितियों के बारे में बताएं, जिनके तहत वरीयता विधि (Stated Preference Method) से श्रुत अधिमान पद्धति (Revealed preference method) है। विभिन्न प्रकार के निर्मित बाजारों की व्याख्या करें। इस विधि में क्या कठिनाइयाँ हैं।

Name of the Paper: Financial Economics

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

UPC: 12277612

Semester: VI

Duration: 3 Hours

Maximum Marks: 75

Instructions to Candidates:

- Use of scientific calculator is allowed.
- Attempt any four questions out of six.
- All questions carry equal marks. Subparts of a question carry equal weightage.
- Answers may be written either in English or in Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

परीक्षार्थियों के लिये निर्देश :

- वैज्ञानिक कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
- छह में से किसी भी चार प्रश्नों का उत्तर दीजिये।
- सभी प्रश्नों के अंक समान हैं। एक प्रश्न के उप-भाग के अंक भी समान हैं।
- उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में लिखे जा सकते हैं; लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का उपयोग किया जाना चाहिए।

1. (a) Define NPV and IRR. Which of these criteria is the most appropriate for investment evaluation? Explain your answer with the help of an example.

(b) Find the duration D and the modified duration D_M of a perpetual annuity that pays an amount A at the beginning of each year, with the first such payment being 1 year from now. Assume constant interest rate r compounded yearly.

(c) The current price of government treasury bonds is as follows:

Maturity (in years)	Coupon	Price
1	0 percent	\$97.474
2	5 percent	\$99.593

Assuming all coupons are annually paid with each bond having a par value of \$100. What are the 1-year and 2-year spot rates? What is the forward rate between year 1 and 2?

1. (अ) NPV और IRR को परिभाषित करें। निवेश के मूल्यांकन के लिए इनमें से कौन सा मापदंड सबसे उपयुक्त है? एक उदाहरण की मदद से अपना उत्तर दीजिये।

(ब) प्रत्येक वर्ष की शुरुआत में एक राशि का भुगतान करने वाले एक सतत वार्षिकी की अवधि D और संशोधित अवधि DM निकालिये, जो प्रत्येक वर्ष की शुरुआत में एक राशि का भुगतान करता है, इस तरह का पहला भुगतान अब से 1 वर्ष के लिए किया जाएगा। निरंतर ब्याज दर r को सालाना आधार मान लें।

(स) सरकारी ट्रेजरी बांड की वर्तमान कीमत निम्नानुसार है:

Maturity (in years)	Coupon	Price
1	0 percent	\$97.474
2	5 percent	\$99.593

मान लिया जाए कि प्रत्येक कूपन को प्रत्येक बॉन्ड के साथ \$ 100 का सममूल्य मूल्य दिया जाता है। 1-वर्ष और 2-वर्षीय स्पॉट रेट क्या हैं? वर्ष 1 और 2 के बीच की दर क्या है?

2. (a) The CAPM changes our concept of risk of an asset from that of σ to that of β . Show this by deriving the relationship between the expected rate of return of an individual asset with its individual risk.

(b) What is short selling? Discuss how the optimal set differs under short selling as compared to without short selling.

(c) Consider a risky venture with a per unit share price of \$875 which is expected to increase after a year. The standard deviation of the return of the venture is $\sigma = 40\%$. Currently the risk to \$1,000-free rate is 10%. The expected rate of return on the market portfolio is 17%, with a standard deviation of 12%. Find the expected rate of return of this venture and the expected rate of return predicted by capital market line. Compare the two and comment.

2. (अ) पूंजी परिसंपत्ति मूल्य निर्धारण मॉडल (CAPM) एक परिसंपत्ति के जोखिम की हमारी अवधारणा को σ से β के जोखिम में बदल देता है। अपने व्यक्तिगत जोखिम के साथ एक व्यक्तिगत संपत्ति की वापसी की अपेक्षित दर के बीच संबंध प्राप्त करके इसे दिखाएं।

(ब) शॉर्ट सेलिंग क्या है? चर्चा करें कि कैसे कम बिक्री के बिना इष्टतम सेट कम बिक्री के तहत भिन्न होता है।

(स) \$ 875 प्रति यूनिट शेयर की कीमत के साथ एक जोखिम भरे उद्यम पर विचार करें जो एक साल बाद बढ़ने की उम्मीद है। उद्यम की वापसी का मानक विचलन $\sigma = 40\%$ है। वर्तमान में \$1,000-मुक्त दर का जोखिम 10% है। बाजार पोर्टफोलियो पर वापसी की अपेक्षित दर 17% है, जिसमें 12% का मानक विचलन है। इस उद्यम की वापसी की अपेक्षित दर और पूंजी बाजार रेखा द्वारा अनुमानित प्रतिफल की अपेक्षित दर ज्ञात कीजिए। दोनों की तुलना करके टिप्पणी कीजिये।

3. (a) A trader owns a commodity as part of a long-term investment portfolio. The trader can buy the commodity for \$950 per ounce and sell it for \$949 per ounce. The trader can borrow funds at 6%

per year and invest funds at 5.5% per year. (Both interest rates are expressed with annual compounding.) For what range of one-year forward prices does the trader have no arbitrage opportunities? Assume there is no bid–offer spread for forward prices.

(b) The price of an American put on a non-dividend-paying stock is \$44.5. The stock price is \$408, the strike price is \$410, and the expiration date is in 6 months. The risk-free interest rate is 2.5% per half year. Derive upper and lower bounds for the price of an American call on the same stock with the same strike price and expiration date.

(c) What is the effect of change in risk-free interest rate and future dividends on price of an option?

3. (अ) एक व्यापारी दीर्घकालिक निवेश पोर्टफोलियो के हिस्से के रूप में एक कमोडिटी का मालिक है। व्यापारी प्रति औंस \$950 के लिए कमोडिटी खरीद सकता है और \$949 प्रति औंस के लिए बेच सकता है। व्यापारी प्रति वर्ष 6% पर धनराशि उधार ले सकता है और प्रति वर्ष 5.5% पर धन का निवेश कर सकता है। (दोनों ब्याज दरों को वार्षिक चक्रवृद्धि के साथ व्यक्त किया जाता है।) एक वर्ष की आगे की कीमतों के लिए व्यापारी के पास कोई मध्यस्थ अवसर नहीं है? मान लें कि आगे की कीमतों के लिए कोई बोली-प्रस्ताव नहीं फैला है।

(ब) गैर-लाभांश-भुगतान वाले स्टॉक पर लगाए गए एक अमेरिकी की कीमत \$ 44.5 है। शेयर की कीमत \$ 408 है, स्ट्राइक मूल्य \$ 410 है, और समाप्ति की तारीख 6 महीने में है। जोखिम मुक्त ब्याज दर प्रति छमाही 2.5% है। एक ही स्ट्राइक मूल्य और समाप्ति तिथि के साथ एक ही स्टॉक पर एक अमेरिकी कॉल की कीमत के लिए ऊपरी और निचले सीमा को निकालिये।

(स) एक विकल्प की कीमत पर जोखिम-मुक्त ब्याज दर और भविष्य के लाभांश में परिवर्तन का क्या प्रभाव है?

4. (a) Explain the difference between Futures and Forwards Contract.

(b) Suppose that a futures contract with 4 months to maturity is used to hedge the value of a portfolio over the next 3 months in the following situation:

Value of S&P 500 index: 1000

S&P 500 futures price: \$1,010

Value of portfolio: \$5,050,000

Risk free interest rate: 4% per annum

Dividend yield on index: 1% per annum

Beta of the portfolio: 1.5

One futures contract is for the delivery of \$250 times the index

- i. What position the company will take in futures contract?
- ii. Calculate the gain/loss from the futures contracts if index and futures price turn out to 900 and 902 respectively.
- iii. Calculate the expected value of the portfolio and the hedger's position at the end of 3 months.

(c) It is possible to buy three-month call options and three-month puts on stock Q. Both options have an exercise price for \$60 and both are worth \$10. Is a six-month call with an exercise price of \$60 more or less valuable than a similar six-month put? Show.

4. (अ) फ्यूचर्स और फॉरवर्ड कॉन्ट्रैक्ट के बीच अंतर स्पष्ट करें।

(ब) मान लीजिए कि परिपक्वता के लिए 4 महीने के लिए एक वायदा अनुबंध का उपयोग निम्नलिखित स्थिति में अगले 3 महीनों में एक पोर्टफोलियो के मूल्य को हेज करने के लिए किया जाता है:

Value of S&P 500 index: 1000

S&P 500 futures price: \$1,010

Value of portfolio: \$5,050,000

Risk free interest rate: 4% per annum

Dividend yield on index: 1% per annum

Beta of the portfolio: 1.5

One futures contract is for the delivery of \$250 times the index

(i) कंपनी फ्यूचर कॉन्ट्रैक्ट में क्या पोजीशन लेगी?

(ii) फ्यूचर्स कॉन्ट्रैक्ट्स से लाभ/हानि की गणना करें यदि इंडेक्स और फ्यूचर्स की कीमत क्रमशः 900 और 902 हो जाती है।

(iii) 3 महीने के अंत में पोर्टफोलियो के अनुमानित मूल्य और हेजर्स की स्थिति की गणना करें।

(स) तीन-महीने के कॉल ऑप्शंस खरीदना संभव है और तीन महीने स्टॉक q पर रखता है। दोनों विकल्पों का उपयोग मूल्य \$60 है और दोनों की कीमत \$10 है। छह महीने के पुट की तुलना में \$60 या उससे कम मूल्यवान व्यापार मूल्य के साथ छह महीने की कॉल है? दर्शाइये।

5. (a) Explain four ways in which a company repurchases its stocks.

(b) "M.M. Proposition warns us that higher leverage increases both expected equity returns and equity risk. It does not increase shareholder value." Explain with the help of an example.

(c) "The dividend policy is irrelevant in a world without taxes, transaction costs, or other markets imperfections." Explain with the help of an example.

5. (अ) एक कंपनी के शेयरों को पुनर्खरीद करने के चार तरीके बताइये।

(ब) "M.M. प्रस्ताव हमें चेतावनी देता है कि उच्च उत्तोलन (leverage) में अपेक्षित इक्विटी रिटर्न और इक्विटी जोखिम दोनों बढ़ जाते हैं। यह शेयरधारक मूल्य में वृद्धि नहीं करता है।" एक उदाहरण की मदद से समझाएं।

(स) "लाभांश नीति बिना करों, लेनदेन लागत, या अन्य बाजारों की खामियों के बिना एक दुनिया में अप्रासंगिक है।" एक उदाहरण की मदद से समझाएं।

6. (a) Rank the following bonds in terms of descending duration (without calculating) and give reasons for the for the same:

Bond	Coupon	Time to Maturity	Yield to Maturity
A	10%	30 years	10%
B	0	30 years	10%
C	10%	30 years	7%

(b) If returns are positively correlated, it is more difficult to reduce variance and there may be a lower limit to what can be achieved. Show mathematically.

(c) What do we mean by Principal Protected Note? Explain using example.

6. (अ) अवरोही अवधि (गणना के बिना) के संदर्भ में निम्नलिखित बॉण्ड को रैंक करें और उसके लिए कारण दें:

Bond	Coupon	Time to Maturity	Yield to Maturity
A	10%	30 years	10%
B	0	30 years	10%
C	10%	30 years	7%

(ब) यदि प्रतिफल सकारात्मक रूप से सहसंबंधित हैं, तो भिन्नता को कम करना अधिक कठिन है और जो हासिल किया जा सकता है उसकी निचली सीमा हो सकती है। गणितीय रूप से दिखाएं।

(स) प्रधान संरक्षित नोट से क्या अभिप्राय है? उदाहरण देकर समझाइए।

Name of the Paper: Financial Economics

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

UPC: 12277612

Semester: VI

Duration: 3 Hours

Maximum Marks: 75

Instructions to Candidates:

- Use of scientific calculator is allowed.
- Attempt any four questions out of six.
- All questions carry equal marks. Subparts of a question carry equal weightage.
- Answers may be written either in English or in Hindi; but the same medium should be used throughout the paper.

परीक्षार्थियों के लिये निर्देश :

- वैज्ञानिक कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।
- छह में से किसी भी चार प्रश्नों का उत्तर दीजिये।
- सभी प्रश्नों के अंक समान हैं। एक प्रश्न के उप-भाग के अंक भी समान हैं।
- उत्तर अंग्रेजी या हिंदी में लिखे जा सकते हैं; लेकिन पूरे पेपर में एक ही माध्यम का उपयोग किया जाना चाहिए।

1. (a) Explain the annual worth method with the help of an example. How does it differ from the NPV analysis?

(b) What are price-yield curves? Explain the property of price-yield curves with respect of maturity, coupon and yield to maturity.

(c) ANZ insurance company must indemnify a customer for a claim of \$10 million in 1 year and of further \$4 million in 5 years. The yield curve is flat at 10%.

i. In order to completely fund and immunize the obligation using a single zero-coupon bond, what maturity bond must the insurance company purchase?

ii. Derive the face value and market value of that zero-coupon bond?

1. (अ) एक उदाहरण की मदद से वार्षिक मूल्य विधि की व्याख्या करें। यह Net Present Value(NPV) विश्लेषण से कैसे भिन्न होता है?

(ब) मूल्य-उपज(price-yield) वक्र क्या हैं? परिपक्वता, कूपन और परिपक्वता की उपज के संबंध में मूल्य-उपज वक्र की संपत्ति की व्याख्या करें।

(स) ANZ बीमा कंपनी को एक ग्राहक को 1 वर्ष में \$10 मिलियन और अगले 5 वर्षों में \$4 मिलियन की क्षतिपूर्ति करनी चाहिए। उपज वक्र 10% पर समतल है।

(i) एकल शून्य-कूपन बॉन्ड का उपयोग करके दायित्व को पूरी तरह से निधि और टीकाकरण करने के लिए, बीमा कंपनी को क्या परिपक्वता बांड खरीदना चाहिए?

(ii) उस शून्य-कूपन बांड का अंकित मूल्य और बाजार मूल्य निकालिये ?

2. (a) In Markowitz Portfolio Optimization Model, the efficient frontier of risky asset must necessarily include the 'special portfolio' having least variance. Elaborate.

(b) Find the duration D and the modified duration D_M of a perpetual annuity that pays an amount A at the beginning of each year, with the first such payment being 1 year from now. Assume constant interest rate r compounded yearly.

(c) Consider a world with only two risky assets, A and B, and a risk-free asset. Stock A has 200 shares outstanding, a price per share of \$300, an expected return of 16% and a volatility σ of 30%. Stock B has 300 shares outstanding, a price per share of \$400, an expected return of 10% and a volatility σ of 15%. The correlation coefficient $\rho_{AB} = 0.4$. Assume CAPM holds. Calculate the expected return of the market portfolio, volatility of the market portfolio, the beta of each stock and the risk-free rate.

2. (अ) मार्कोविट पोर्टफोलियो ऑप्टिमाइज़ेशन मॉडल में, जोखिमपूर्ण संपत्ति के कुशल फ्रंटियर में आवश्यक रूप से 'विशेष पोर्टफोलियो' शामिल होना चाहिए जिसमें कम से कम विचरण हो। व्याख्या कीजिये।

(ब) सतत वार्षिकी की अवधि D और संशोधित अवधि DM का पता लगाएं, जो प्रत्येक वर्ष की शुरुआत में एक राशि का भुगतान करता है, इस तरह का पहला भुगतान अब से 1 वर्ष है। निरंतर ब्याज दर r को सालाना आधार मान लें।

(स) केवल दो जोखिम वाली संपत्तियों A, B और जोखिम रहित संपत्ति वाली दुनिया पर विचार करें। स्टॉक A में 200 शेयर बकाया हैं, प्रति शेयर \$ 300 की कीमत, 16% की अपेक्षित वापसी और अस्थिरता σ , 30% है। स्टॉक बी में 300 शेयर बकाया हैं, प्रति शेयर मूल्य \$400, अपेक्षित रिटर्न 10% और अस्थिरता σ , 15% है। सहसंबंध गुणांक $AB = 0.4$ है। मान लें CAPM है। बाजार पोर्टफोलियो की अपेक्षित वापसी, बाजार पोर्टफोलियो की अस्थिरता, प्रत्येक स्टॉक का बीटा और जोखिम-मुक्त दर की गणना करें।

3. (a) The common stock of the PTI Corporation has been trading in a narrow price range for the past month, and you are convinced it is going to break far out of that range in the next 3 months. You do not know whether it will go up or down, however. The current price of the stock is \$100 per share, and the price of a 3-month call option at an exercise price of \$100 is \$10.

- i. If the risk-free interest rate is 10% per year, what must be the price of a 3-month put option on PTI stock at an exercise price of \$100? (The stock pays no dividends.)
- ii. What would be a simple options strategy to exploit your conviction about the stock price's future movements? How far would it have to move in either direction for you to make a profit on your initial investment?

(b) Explain what is minimum variance hedge ratio?

(c) "One key factor affecting basis risk is the choice of the futures contract". Explain the statement.

3. (अ) PTI कॉर्पोरेशन का सामान्य स्टॉक पिछले महीने के लिए एक संकीर्ण मूल्य सीमा में कारोबार कर रहा है, और आप आश्वस्त हैं कि यह अगले 3 महीनों में उस सीमा से बहुत दूर होने वाला है। हालाँकि आप नहीं जानते कि यह ऊपर जाएगा या नीचे जाएगा। स्टॉक की वर्तमान कीमत \$ 100 प्रति शेयर है, और \$ 100 के उपयोग मूल्य पर 3-महीने के कॉल विकल्प की कीमत \$ 10 है।
- (i) यदि जोखिम-मुक्त ब्याज दर प्रति वर्ष 10% है, तो \$ 100 के उपयोग मूल्य पर PTI स्टॉक पर 3 महीने के पुट विकल्प की कीमत क्या होनी चाहिए? (स्टॉक कोई लाभांश नहीं देता है।)
 - (ii) स्टॉक मूल्य के भविष्य की प्रवृत्ति के बारे में अपने विश्वास का फायदा उठाने के लिए एक सरल विकल्प रणनीति क्या होगी? आपको अपने शुरुआती निवेश पर लाभ कमाने के लिए कितना लम्बा इंटर्ज करना होगा ?

(ब) न्यूनतम विचरण हेज अनुपात की व्याख्या कीजिये।

(स) "आधार जोखिम को प्रभावित करने वाला एक प्रमुख कारक वायदा अनुबंध का विकल्प है"। कथन स्पष्ट करें।

4. (a) An investor purchases a stock for \$38 and a put for \$.50 with a strike price of \$35. The investor sells a call for \$.50 with a strike price of \$40.
- i. What is the cash outlay along with the payoff table for this strategy?
 - ii. Draw the profit and loss diagram for this strategy as a function of the stock price at expiration. What strategy does the final payoff look like?

(b) What is the difference between cash dividend, stock dividend and stock split? Which of these would affect the number of stocks underlying an option contract and how?

(c) Explain covered call and protective put with the help of diagrams. What position in call option is equivalent to a protective put.

4. (अ) एक निवेशक \$38 में एक स्टॉक खरीदता है और \$35 के स्ट्राइक मूल्य के साथ \$50 में एक पुट खरीदता है। निवेशक \$40 के स्ट्राइक मूल्य के साथ \$50 में कॉल बेचता है।
- (i) इस रणनीति के लिए भुगतान तालिका के साथ नकद परिव्यय क्या है?
 - (ii) इस रणनीति के लिए लाभ और हानि आरेख को समाप्ति पर स्टॉक मूल्य के एक समारोह के रूप में रेखांकित कीजिये। अंतिम अदायगी किस रणनीति की तरह लगती है?

(ब) नकद लाभांश, स्टॉक लाभांश और स्टॉक विभाजन के बीच क्या अंतर है? इनमें से कौन सा विकल्प अनुबंध को अंतर्निहित स्टॉक की संख्या को प्रभावित करेगा और कैसे?

(स) आरेखों की मदद से कवर किए गए कॉल और सुरक्षात्मक पुट को समझाएं। कॉल ऑप्शन में कौन सी पोजीशन एक प्रोटेक्टिव पुट के बराबर होती है।

5. (a) "The value of the firm is unaffected by its choice of capital structure." Explain with the help of an example.

(b) "The dividend policy is irrelevant in a world without taxes, transaction costs, or other markets imperfections." Explain with the help of an example.

(c) Leverage increases the expected stream of earnings per share but not the share price. Explain with the help of an example.

5. (अ) "पूंजी संरचना के चुनाव से फर्म का मूल्य अप्रभावित है।" एक उदाहरण की मदद से समझाएं।

(ब) "लाभांश नीति बिना करें, लेनदेन लागत, या अन्य बाजारों की खामियों के बिना दुनिया में अप्रासंगिक है।" एक उदाहरण की मदद से समझाएं।

(स) उत्तोलन(leverage) प्रति शेयर आय कि अपेक्षित प्रवाह में वृद्धि करता है लेकिन शेयर की कीमत में नहीं। एक उदाहरण की मदद से समझाएं।

6. (a) Consider two 5-year bonds, one has a 9% coupon and selling price Rs 110, the other has 8% coupon and sells for Rs 95. How will you construct a 5-year zero coupon bond from prices of the above coupon bearing bonds?

(b) Consider the following options portfolio. You write a January expiration call option on IBM with exercise price \$195. You write a January IBM put option with exercise price \$190.

- i. Graph the payoff of this portfolio at option expiration as a function of IBM's stock price at that time. Assume equal cost for call and put for this part.
- ii. What will be the profit/loss on this position if IBM is selling at \$198 on the option expiration date? Here, assume that the cost of Call option is \$0.01 and of Put option is \$1.75.

(c) The price of an American call on a non-dividend-paying stock is \$44. The stock price is \$520, the strike price is \$516, and the expiration date is in 6 months. The risk-free interest rate is 2.5% per half year. Derive upper and lower bounds for the price of an American put on the same stock with the same strike price and expiration date.

6. (अ) 5 वर्षीय दो बांड पर विचार कीजिये, एक में 9% कूपन और विक्रय मूल्य 110 रुपये है, दूसरे में 8% कूपन और 95 रुपये विक्रय मूल्य है। आउपरोक्त कूपन असर बॉन्ड की कीमतों से आप 5 साल का शून्य कूपन बॉन्ड कैसे बनाएंगे?

(ब) निम्नलिखित विकल्पों के पोर्टफोलियो पर विचार करें। आप उपयोग मूल्य \$195 के साथ IBM पर एक जनवरी समाप्ति कॉल विकल्प चुनते हैं। आप उपयोग मूल्य \$190 के साथ एक जनवरी IBM पुट विकल्प चुनते हैं।

(i) उस समय IBM के स्टॉक मूल्य के एक फलन के रूप में विकल्प समाप्ति पर इस पोर्टफोलियो के भुगतान का रेखाचित्र बनाइये। कॉल और पुट के लिए समान लागत मान लें।

(ii) यदि IBM विकल्प समाप्ति तिथि पर \$198 पर बेच रहा है तो इस स्थिति पर लाभ / हानि क्या होगी? यहां, मान लें कि कॉल विकल्प की लागत \$ 0.01 है और पुट विकल्प \$ 1.75 है।

(स) गैर-लाभांश-भुगतान वाले स्टॉक पर एक अमेरिकी कॉल की कीमत \$44 है। शेयर की कीमत \$520 है, स्ट्राइक मूल्य \$516 है, और समाप्ति की तारीख 6 महीने में है। जोखिम मुक्त ब्याज दर प्रति छमाही 2.5% है। एक ही स्ट्राइक मूल्य और समाप्ति की तारीख के साथ एक ही स्टॉक पर एक अमेरिकी पुट की कीमत के लिए ऊपरी और निचली सीमा की गणना कीजिये।

Unique paper code: 12277610

Name of the paper: India in the World Economy 1500-1800

Name of the course: CBCS (Economics) DSE

Semester: VI

Maximum Marks: 75

Time: 3 hours

Instructions for Candidates

1. Answer **any 4** questions.
2. All questions carry equal marks.
3. Answers may be written either in English or in Hindi, but the same medium should be used throughout the paper.

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश

1. किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये ।
2. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं ।
3. प्रश्न का उत्तर हिंदी अथवा अंग्रेजी माध्यम में लिखा जा सकता है परन्तु सभी प्रश्नों का उत्तर एक ही माध्यम में होना चाहिए ।

1. Discuss the two principal segments of maritime Asian trade from the vantage point of India.

भारत के सुविधा बिंदु से एशियाई समुद्र व्यापार के दोनों खंडों की चर्चा कीजिए।

2. Discuss the major European trading companies engaged in the Euro-Asian Trade in the seventeenth and eighteenth centuries.

सत्रहवीं तथा अठारहवीं शताब्दी में यूरो-एशियाई व्यापार में लगे हुए मुख्य यूरोपीय व्यापारिक कंपनियों की चर्चा करें।

3. "It was the failure of the Dutch East India Company (VOC) to comprehend the potential of private trade that caused the Dutch to fall behind in the race against the English and the French in the Indian Ocean area." Comment.

"यह डच ईस्ट इंडिया कंपनी (VOC) की निजी व्यापार की क्षमता को समझने की विफलता थी जिसने हिन्द महासागर क्षेत्र में डच कंपनी को अंग्रेजी तथा फ्रांसीसी कंपनियों की तुलना में पीछे छोड़ दिया।" टिप्पणी करें।

4. Discuss the historical evolution of the Indian merchant communities in Malacca under the Portuguese rule in the 16th century.

16वीं शताब्दी में पुर्तगाली शासन के अंतर्गत मलक्का में भारतीय व्यापारी समुदाय के ऐतिहासिक विकास पर चर्चा करें।

5. "From the late sixteenth century on, the portfolio capitalist was a characteristic feature of the Indian political economy both in northern and southern India with some subtle differences." Discuss.

"सोलहवीं शताब्दी के उत्तरार्ध से, पोर्टफोलियो पूँजीवादी उत्तरी एवं दक्षिणी भारत में कुछ सूक्ष्म अंतरों के साथ भारतीय राजनीतिक अर्थव्यवस्था की एक विशिष्ट विशेषता थे।" चर्चा कीजिये।

6. What was the role of the opium trade in integrating Sindh into the global colonial economy? Discuss.

सिंध को वैश्विक औपनिवेशिक (colonial) अर्थव्यवस्था में एकीकृत करने में अफीम व्यापार की क्या भूमिका थी? चर्चा करें।

Unique paper code: 12277610

Name of the paper: India in the World Economy 1500-1800

Name of the course: CBCS (Economics) DSE

Semester: VI

Maximum Marks: 75

Time: 3 hours

Instructions for Candidates

1. Answer **any 4** questions.
2. All questions carry equal marks.
3. Answers may be written either in English or in Hindi, but the same medium should be used throughout the paper.

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश

1. किन्हीं चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये ।
2. सभी प्रश्नों के अंक समान हैं ।
3. प्रश्न का उत्तर हिंदी अथवा अंग्रेजी माध्यम में लिखा जा सकता है परन्तु सभी प्रश्नों का उत्तर एक ही माध्यम में होना चाहिए ।

1: What were the factors which helped India play a key role in the successful functioning of the trading networks in the Indian Ocean at the beginning of the 16th century? Discuss.

वे कौन से कारक थे जिन्होंने 16 वीं शताब्दी के आरम्भ में हिंद महासागर में व्यापारिक तंत्र के सफल कार्य पद्धति में भारत को महत्वपूर्ण भूमिका निभाने में सहायता की? चर्चा करें।

2. Do you agree with the view that future generalizations on the Portuguese enterprise in Asia have to adopt a more complex vision than simply seeing it as a “redistributive enterprise”? Explain.

क्या आप इस राय से सहमत हैं कि भविष्य में एशिया में पुर्तगाली उद्यमों को केवल एक पुनर्वितरण उद्यम के रूप में देखने के स्थान पर उसकी जटिलता को समझने का प्रयास करना

पड़ेगा? समझाइए ।

3. Examine the view that the distinguishing feature of the Dutch East India Company as compared to the other European companies operating in Asia was its large-scale official involvement in a highly profitable network of intra-Asian trade.

“डच कंपनी को एशिया में संचालित अन्य यूरोपियन उद्यमों से अलग करने वाली विशेषताओं में से सबसे प्रमुख थी - अंतर-एशियाई व्यापार के अत्यधिक लाभदायक नेटवर्क में इसकी बड़े पैमाने पर आधिकारिक भागीदारी”। व्याख्या करें ।

4. Discuss the importance of private trade in shaping the Asian trading world.

एशियाई व्यापारिक दुनिया को आकार देने में निजी व्यापार के महत्व की चर्चा कीजिए।

5. Critically examine the role played by portfolio capitalists in the Indian political economy in the 17th and 18th centuries.

17 वीं और 18 वीं शताब्दी में भारतीय राजनीतिक-अर्थव्यवस्था में पोर्टफोलियो पूंजीपतियों की भूमिका का आलोचनात्मक परीक्षण करें।

6. What were commonalities and differences between ways of the consumption in the courts of India and the cities of the Netherlands in the early modern era? Discuss.

आरंभिक आधुनिक युग में भारत के राजदरबारों तथा नीदरलैंड के नगरों के उपभोग की रीतियों में क्या समानताएं एवं अंतर थे? चर्चा कीजिए।

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

Scheme/Mode of Examinations- SEMESTER

Name of the Paper: Indian Economy II

Unique Paper Code: **12271601**

SEMESTER –VI

ATTEMPT ANY **FOUR** QUESTIONS कोई भी चार प्रश्न कीजिए।

All questions carry equal marks, **18.75 marks each.** **सभी प्रश्नों के लिए अंक समान है**
(प्रत्येक 18.75 अंक)।

1. While Financial Globalization opens up many opportunities for economic development but possesses many challenges for the economy. Explain this statement with reasons in context of India. यद्यपि वित्तीय वैश्वीकरण आर्थिक विकास के लिए बहुत से अवसर उत्पन्न करता है तथापि इसमें अर्थव्यवस्था के लिए बहुत सी चुनौतियों भी निहित रहती हैं। भारत के संदर्भ में तर्क के साथ इस कथन की व्याख्या करें।
2. What are the major changes required in direction and composition in India's Foreign Trade policy to achieve the export led growth strategy? निर्यात प्रेरित विकास रणनीति को प्राप्त करने के लिए भारत के विदेश व्यापार नीति की दिशा एवं संरचना में कौन से परिवर्तन की आवश्यकता है ?
3. Discuss the major labor market reforms and suggest remedial measures in addressing irregularities exist in Indian Labor Market. प्रमुख श्रम बाजार सुधारों की चर्चा कीजिए एवं भारतीय श्रम बाजार में व्याप्त अनियमितताओं के निराकरण के लिए उपचारात्मक उपायों हेतु सुझाव दें।
4. Ensuring food security and containing food price inflation are two major challenges before Government while managing food grain production. Suggest suitable measures in achieving these targets. खाद्यान्नों के उत्पादन के प्रबंधन के लिए खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करना और खाद्यान्नों की कीमत वृद्धि को नियंत्रित करना सरकार के समक्ष दो प्रमुख चुनौतियां हैं। इन लक्ष्यों को प्राप्त करने हेतु उचित उपाय बताएं।
5. What are the problems persists in Indian Agriculture which affects the prosperity of this sector in catering the needs of the economy? How those problems can be

addressed? भारतीय कृषि में मौजूद कौन सी समस्याएं हैं जो भारतीय अर्थव्यवस्था की आवश्यकताओं को पूरा करने में इस क्षेत्र की संवृद्धि को प्रभावित करती हैं? इन समस्याओं का समाधान कैसे संभव है?

6. "Make in India" requires a comprehensive and target oriented strategy to fulfill the objective. Explain this statement in context of improving manufacturing sector and increasing exports. "मेक इन इंडिया" के उद्देश्यों की प्राप्ति के लिए एक विस्तृत और लक्ष्योन्मुख रणनीति आवश्यक है। विनिर्माण क्षेत्र के विकास और निर्यात में वृद्धि के संदर्भ में इस कथन की व्याख्या कीजिए।

NAME OF COURSE: BA (HONS) ECONOMICS
SCHEME/MODE OF EXAMINATION: CBCS DSE
SEMESTER : VI
NAME OF THE PAPER: MONEY AND FINANCIAL MARKETS
UPC/SUBJECTCODE: 12277606
MEDIUM OF INSTRUCTION: ENGLISH AND HINDI
MAX MARKS: 75

ALL QUESTIONS CARRY EQUAL MARKS.ANSWER ANY FOUR (4) QUESTIONS.
सभी प्रश्नों के अंक समान हैं। किन्हीं भी चार प्रश्नों के उत्तर दीजिये।

Ques1. (a) Differentiate between Exogenous and Endogenous money supply curves. What will be the impact of following events on each of these curves?

- i. Rise in excess reserves holdings of banks (ER)
- ii. Increase in use of digital mode of payments
- iii. Central bank reduces the required reserve ratio (12)

(b) Discuss Free-rider problem in aggravating adverse selection and moral hazard problems in financial markets. (6.75)

1. (अ) बहिर्जात (Exogenous) और अन्तर्जात (Endogenous) मुद्रा आपूर्ति वक्र में अंतर बताइये। इनमें से प्रत्येक वक्र पर निम्नलिखित घटनाओं का क्या प्रभाव पड़ेगा?

- (i) बैंकों के अतिरिक्त आरक्षित भंडार में वृद्धि (ER)
- (ii) भुगतान के डिजिटल मोड के उपयोग में वृद्धि
- (iii) केंद्रीय बैंक आवश्यक आरक्षित अनुपात को कम करता है (12)

(ब) वित्तीय बाजारों में प्रतिकूल चयन और नैतिक खतरे की समस्याओं में निःशुल्क लाभार्थी समस्या की चर्चा कीजिये। (6.75)

Ques2. (a) “A key financial innovation in the 1980’s that dramatically influences the role of financial intermediaries is the phenomenon of Asset Securitization”. Briefly explain this statement. (8)

(b) Critically examine how the MCLR system is an improvement over Base rate system.

(10.75)

2. (अ) "1980 में एक महत्वपूर्ण वित्तीय नवाचार जो वित्तीय मध्यस्थों की भूमिका को नाटकीय रूप से प्रभावित करता है, परिसंपत्ति प्रतिभूतिकरण की घटना है"। संक्षेप में इस कथन की व्याख्या कीजिए। (8)
- (ब) MCLR प्रणाली बेस रेट प्रणाली में सुधार कैसे है आलोचनात्मक व्याख्या कीजिये। (10.75)

Ques3. (a) A Coupon Bond maturing in one year has a face value of Rs.1000 and coupon rate of 8%. If the market interest rate is 6% at the time of purchase, calculate:

- Price of the coupon bond
- Current yield
- Yield to maturity of this bond

What effect would a rise in the market rate of interest to 8% have on its price and yield? (12)

(b) What properties should a variable have to serve as an intermediate target of monetary policy? (6.75)

3. (क) एक वर्ष में परिपक्व होने वाले एक कूपन बॉन्ड की कीमत 1000 रु और दर 8% है। यदि खरीद के समय बाजार की ब्याज दर 6% है, तो गणना करें:

- कूपन बांड की कीमत
- वर्तमान उपज
- इस बंधन की परिपक्वता की ओर

ब्याज की बाजार दर में 8% की वृद्धि से इसकी कीमत और उपज पर क्या प्रभाव पड़ेगा? (12)

(ख) एक चर को मौद्रिक नीति के मध्यवर्ती लक्ष्य के रूप में क्या करना चाहिए? (6.75)

Ques4. (a) Suppose investors prefer one year bonds to two year bonds and will purchase a two year bond only if they expect to receive an additional 4% over the return from holding one year bond. Currently one year bonds yield 5% but investors expect yield to fall to 4% next year.

- Which of the three models of term structure of interest rates is relevant in this case? Give reason.
- What is the yield on 2-year bond?
- Is the yield curve upward sloping, flat or downward sloping? Give reason. (6.25)

(b) Suppose a call option on a stock has an exercise price of Rs. 700 and a cost of Rs. 20, and suppose you buy the call option. Identify the profit to your investment, at the call's expiration, for each of these values of the underlying stock: Rs. 250, Rs. 700, Rs. 1000, Rs. 690, Rs. 710.

(12.5)

4.(अ) मान लीजिए कि निवेशक एक से दो साल के बॉन्ड को पसंद करते हैं और दो साल के बॉन्ड की खरीद तभी करेंगे, जब वे एक साल के बॉन्ड रखने से रिटर्न पर अतिरिक्त 4% प्राप्त करने की उम्मीद करेंगे। वर्तमान में एक वर्ष के बॉन्ड में 5% की प्राप्ति होती है लेकिन निवेशकों को अगले वर्ष 4% तक की गिरावट की उम्मीद है

(i) ब्याज दरों की अवधि संरचना के तीन मॉडल में से कौन सा इस मामले में प्रासंगिक है? कारण बताइये।

(ii) 2-वर्षीय बॉन्ड पर उपज क्या है?

(iii) उपज वक्र (Yield Curve) ऊपर की ओर झुका हुआ, सपाट या नीचे की ओर झुका हुआ है? कारण बताइये। (6.25)

(बी) मान लीजिए कि किसी शेयर पर कॉल का विकल्प रुपये का प्रयोग मूल्य 700 रु और लागत 20 रु है। और मान लीजिए कि आप कॉल विकल्प खरीदते हैं। अंतर्निहित स्टॉक के इन मूल्यों 250 रु, 700 रु, 1000 रु, 690 रु, 710 रु में से प्रत्येक के लिए, कॉल की समाप्ति पर, अपने निवेश के लिए लाभ की पहचान कीजिये। (12.5)

Ques 5 (a) Examine various issues involved in the formulation of monetary policy and inflation targeting in the Indian context. (10.75)

(b) Briefly describe the four areas in which BASEL III is an enhancement over BASEL II. (8)

5 (अ) भारतीय संदर्भ में मौद्रिक नीति और मुद्रास्फीति लक्ष्यीकरण के निर्माण में शामिल विभिन्न मुद्दों का परीक्षण कीजिये। (10.75)

(ब) संक्षिप्त में चार क्षेत्रों की व्याख्या कीजिये जिसमें बेसेल III में बेसेल II से अधिक की वृद्धि है। (8)

Ques 6. Write short notes on any two of the following: (18.75)

(a) Policy Rate Corridor

(b) Adjusted H

(c) Policy responses to the NPA crisis in the Indian Banking Sector since 2008

प्रश्न 6. निम्नलिखित में से किसी दो पर संक्षिप्त नोट लिखें: (18.75)

(ए) नीतिगत मूल्य गलियारा (Policy Rate Corridor)

(बी) समायोजित H

(c) 2008 से भारतीय बैंकिंग क्षेत्र में NPA संकट के लिए नीतिगत प्रतिक्रियाएँ