

11

[This question paper contains 16 printed pages]

Your Roll No. : 2019

Sl. No. of Q. Paper : 8879 IC

Unique Paper Code : 12271401

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

Name of the Paper : Intermediate
Microeconomics - II

Semester : IV

Time : 3 Hours **Maximum Marks : 75**

Instructions for Candidates :

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश :

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

इस प्रश्न-पत्र के प्राप्त होने पर तुरंत शीर्ष पर अपना रोल नंबर लिखें।

(b) Answer may be written either in **English** or in **Hindi**; but the same medium should be used throughout the paper.

इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तर एक ही भाषा में होने चाहिए।

(c) This question paper is divided into **two Sections**.

यह प्रश्न-पत्र दो खण्डों में विभाजित है।

P.T.O.

- (d) Attempt **four** questions in all, selecting **two** questions from **Section-A** and **two** questions from **Section-B**.

कुल मिलाकर चार प्रश्न करने हैं, दो प्रश्न खण्ड-अ से तथा दो प्रश्न खण्ड-ब से।

- (d) Use of simple calculator is permitted.

साधारण कैलकुलेटर के प्रयोग की अनुमति है।

Section - A

खण्ड - अ

1. (a) In a 2x2 pure exchange economy (with two consumers A and B and two goods X and Y) the initial endowments are $W_A = (12,12)$ and $W_B = (24,0)$. Their utility functions are $U_A(X_A, Y_A) = 0.5 \ln X_A + 0.5 \ln Y_A$ and $U_B(X_B, Y_B) = X_B Y_B$.

9

2x2 शुद्ध विनिमय अर्थव्यवस्था में (दो उपभोक्ता A और B, दो वस्तु X और Y) प्रारंभिक संचित निधि $W_A = (12,12)$ और $W_B = (24,0)$ हैं। उनके उपयोगिता फलन $U_A(X_A, Y_A) = 0.5 \ln X_A + 0.5 \ln Y_A$ और $U_B(X_B, Y_B) = X_B Y_B$ हैं।

- (i) If competitive trade takes place between them, find the general equilibrium price ratio and allocation.

यदि इन दानों के बीच प्रतिस्पर्धी व्यापार होता है, तो सामान्य संतुलन मूल्य अनुपात और आवंटन ज्ञात कीजिए।

- (ii) Can you find whether at this equilibrium allocation any agent envies the other ?

क्या आप यह बता सकते हैं कि इस संतुलन आवंटन में किसी भी एजेंट को दूसरे के प्रति ईर्ष्या है ?

- (iii) Is this equilibrium allocation fair ? Why or why not ?

क्या यह संतुलन आवंटन निष्पक्ष है ? क्यों या क्यों नहीं ?

- (b) In the context of a pure exchange economy is it possible to have a Pareto efficient allocation that is not an equilibrium that can be achieved by competitive markets ? Use an Edgeworth Box diagram to explain.

5

एक शुद्ध विनिमय अर्थव्यवस्था के संदर्भ में क्या यह संभव है कि एक परेडो कुशल आवंटन जो कि एक संतुलन नहीं है जो प्रतिस्पर्धी बाजारों द्वारा प्राप्त किया जा सकता है ? समझाने के लिए एक एजवर्थ बॉक्स आरेख का उपयोग कीजिए।

- (c) In the context of a pure exchange economy explain the second welfare theorem.

5

एक शुद्ध विनिमय अर्थव्यवस्था के संदर्भ में कल्याण की द्वितीय प्रमेय की व्याख्या कीजिए।

2. (a) Five students A, B, C, D, and E are to decide who will be the leader of their group ? Their ranking from most preferred (at the top) to least preferred (at the bottom) are :

7

पांच छात्रों A, B, C, D और E को यह तय करना है कि उनके समूह का नेता कौन होगा ? उनकी प्राथमिकताएँ सबसे पसंदीदा (सबसे ऊपर) से सबसे कम पसंदीदा (सबसे नीचे) निम्न हैं :

Student →	A	B	C	D	E
छात्र →					
Ranking ↓					
प्राथमिकताएं ↓					
	A	B	B	D	E
	D	E	C	E	C
	E	C	A	C	B
	B	D	D	A	D
	C	A	E	B	A

- (i) If they decide their leader by rank order voting, who will it be ?

यदि वे रैंक क्रम वोटिंग के द्वारा अपने नेता का चुनाव करते हैं, तो वह कौन होगा ?

- (ii) If C does not remain a contender for the leaders post, but each voters rankings remain the same for all the other contenders, whom will they choose now ?

यदि C नेता पद के लिए प्रतिस्पर्धी नहीं रहता है, परन्तु प्रत्येक वोटर की रैंकिंग बाकी के प्रतिस्पर्धियों के लिए समान रहती है। अब वे किसको चुनेंगे ?

- (iii) What do your answers to parts (i) and (ii) illustrate ?

आपके उत्तर भाग (i) और (ii) क्या दर्शाते हैं ?

- (b) In a pure exchange economy the ordinal utility functions of two agents A and B are given by $U_A(X_A, Y_A) = X_A + 4Y_A$ and $U_B(X_B, Y_B) = 4X_B + Y_B$ respectively. Assuming that there are 40 units of X and 40 units of Y in the economy, mark (i) the Pareto set and (ii) the set of fair allocations in an Edgeworth Box. 6

एक शुद्ध विनिमय अर्थव्यवस्था में दो एजेंटों A और B के क्रमिक उपयोगिता फलन क्रमशः $U_A(X_A, Y_A) = X_A + 4Y_A$ और $U_B(X_B, Y_B) = 4X_B + Y_B$ दिये गये हैं। यह मानते हुए कि अर्थव्यवस्था में X की 40 इकाइयाँ और Y की 40 इकाइयाँ हैं, एक एजवर्थ बॉक्स में (i) परेटो सेट और (ii) दो एजेंटों A और B के साथ निष्पक्ष आवंटन का सेट, चिन्हित कीजिए।

- (c) In an economy the utility possibilities frontier is given by $U_A + U_B = 8100$. Draw a diagram and explain in which case(s) will social welfare, W, be maximized necessarily at an interior point. 6

एक अर्थव्यवस्था में उपयोगिता संभावना सीमा $U_A + U_B = 8100$ द्वारा दी गई है। एक आरेख खींचिए और समझाएँ कि किस मामले (मामलों) में सामाजिक कल्याण (W), अनिवार्य रूप से आंतरिक बिंदु पर अधिकतम होगा।

(i) $W = \max(U_A, U_B)$

(ii) $W = aU_A + bU_B$ $a, b > 0$

(iii) $W = U_A U_B$

3. (a) The production of good X confers external benefits on the producer of Y through a reduction in the latter's cost of production. Specifically :

$C(x) = x^2/4$ and $C(y) = y^2/2 - 20x$ are the total cost functions of goods X and Y respectively. X and Y are sold in competitive markets at prices $P_x = 30$ and $P_y = 90$ respectively. 9

X वस्तु का उत्पादन लागत में कमी के माध्यम से Y के उत्पादक को बाह्य लाभ प्रदान करता है। विशेषतः :

$C(x) = x^2/4$ और $C(y) = y^2/2 - 20x$, क्रमशः X और Y के कुल लागत फलन हैं। X और Y प्रतिस्पर्धी बाजारों में क्रमशः $P_x = 30$ और $P_y = 90$ की कीमतों पर बेचे जाते हैं।

- (i) Find the amounts of X and Y produced and their profits if each producer operates independently.

X और Y की मात्रा एवं लाभ ज्ञात कीजिए यदि दोनों उत्पादक स्वतंत्र रूप से उत्पादन करते हैं।

- (ii) Find the socially optimum amounts of X and Y.

X और Y की सामाजिक रूप से इष्टतम मात्रा ज्ञात कीजिए।

- (iii) Find the total profits at the socially optimum amounts of X and Y.

X और Y की सामाजिक रूप से इष्टतम मात्रा का कुल लाभ ज्ञात कीजिए।

- (iv) Find the amount of subsidy per unit that the producer of X must be given in order to induce him to produce the socially optimum amount.

X वस्तु के उत्पादक को प्रति इकाई सब्सिडी की राशि ज्ञात कीजिए जो उसे X की सामाजिक इष्टतम मात्रा का उत्पादन करने को प्रेरित करने के लिए आवश्यक है।

- (b) Explain why, in a system where people pay for their own education, there might be underspending on education. 4

एक ऐसी प्रणाली जहाँ लोग अपनी शिक्षा के लिए स्वयं भुगतान करते हैं, वहाँ शिक्षा पर अपर्याप्त व्यय नहीं हो सकता है, क्यों व्याख्या कीजिए।

- (c) In a town of 20,000 residents 'security' is a public good. It costs ₹500 to provide a unit of 'security'. The marginal benefit (MB) of a unit of 'security' to each resident is given by $MB = 1/(1+G)$ when G units of 'security' are provided. What is the Pareto efficient amount of 'security' for this town? 6

20,000 निवासियों के एक शहर में शहर की सुरक्षा एक सार्वजनिक वस्तु है। शहर की सुरक्षा प्रदान करने की लागत 500 ₹ प्रति इकाई है। यदि शहर की सुरक्षा की G इकाइयाँ उपलब्ध कराई जाती हैं तो प्रत्येक निवासी को शहर की सुरक्षा का सीमांत लाभ (MB), $MB = 1/(1+G)$ दिया गया है। इस शहर के लिए शहर की सुरक्षा की कितनी मात्रा पारैटो कुशलतम है ?

4. (a) Arun and Barun are deciding whether or not to buy a TV for a room they share (if bought, it would be a public good for them). Arun's utility function is given by $U_A = (1+G)M_A$ and Barun's by $U_B = (3+G)M_B$, where M_A and M_B are the amounts they spend on their private consumption respectively. $G = 1$ if the TV is bought, and $G = 0$ if it is not bought. Both of them have ₹ 60,000 each to spend on the public good and their private consumption and the TV costs ₹ 50,000. Is it Pareto efficient for them to buy the TV? Explain.

6

अरुण और बरुण तय कर रहे हैं कि वे एक कमरे के लिए जिसमें दोनों रहते हैं एक टीवी खरीदे या नहीं (यदि खरीदी जाए, तो यह उनके लिए सार्वजनिक वस्तु होगी) अरुण का उपयोगिता फलन $U_A = (1+G)M_A$ के द्वारा दिया गया है और बरुण का $U_B = (3+G)M_B$ के द्वारा दिया गया है, जहाँ M_A और M_B क्रमशः उनके निजी उपभोग पर खर्च की मात्रा है। $G = 1$ अगर टीवी खरीदी जाती है, और $G = 0$ जब यह नहीं खरीदी जाती है। यदि इन दोनों में से प्रत्येक के पास सार्वजनिक वस्तु और निजी उपभोग पर खर्च करने के लिए 60,000 ₹ है और टीवी की लागत 50,000 ₹ है तो क्या टीवी खरीदना उनके लिए परेटो कुशलता है? व्याख्या कीजिए।

- (b) Two types of gas-lighters are available in the market : high quality and low quality. It costs ₹100 to produce a gas-lighter of either quality. Consumers value a high quality lighter at ₹ 120 and a low quality lighter at ₹ 50. Both types look exactly alike so consumers judge the

8

quality of a gas-lighter available in the market by the average quality sold. There is a large number of sellers in the market. In equilibrium what fraction of producers will sell high quality gas-lighters? Use a diagram to show the determination of equilibrium quality. 8

बाजार में दो प्रकार के गैस-लाइटर उपलब्ध हैं : उच्च गुणवत्ता वाले और निम्न गुणवत्ता वाले। किसी भी गुणवत्ता का एक गैस-लाइटर बनाने की लागत 100 ₹ है। उपभोक्ता उच्च गुणवत्ता वाले एक गैस-लाइटर को 120 ₹ मूल्यांकित करते हैं और निम्न गुणवत्ता वाले को 50 ₹। दोनों प्रकार के गैस-लाइटर बिल्कुल समान दिखते हैं इसलिए उपभोक्ता बाजार में उपलब्ध गुणवत्ता का निर्णय बाजार में बेची जाने वाली औसत गुणवत्ता के आधार पर करता है। बाजार में विक्रेताओं की एक बड़ी संख्या है। संतुलन में उत्पादक कितना भाग उच्च गुणवत्ता वाले गैस लाइटर का बेचेंगे? संतुलन गुणवत्ता के निर्धारण को दिखाने के लिए एक आरेख का उपयोग कीजिए।

- (c) Briefly explain the problem of Moral Hazard that arises in the insurance industry. 5
- बीमा उद्योग में उत्पन्न होने वाले नैतिक खतरे की समस्या को संक्षिप्त रूप में समझाइये।

Section - B

खण्ड - ब

5. (a) Two players play a game in which each has three possible strategies, player 1 has to choose from Top, Middle and Bottom, while player 2 chooses from Left, Centre and Right. Their payoffs are given in the table below :

8

9

P.T.O.

दो खिलाड़ी एक खेल खेलते हैं जिसमें प्रत्येक के पास तीन संभावित रणनीतियां हैं, खिलाड़ी 1 को शीर्ष, मध्य और नीचे में से चुनना पड़ता है, जबकि खिलाड़ी 2 को बायें, केंद्र और दायें में से चुनता है। उनके प्रतिफल नीचे दी गई तालिका में दिए गए हैं :

		Player 2 खिलाड़ी 2		
		L	C	R
Player 1 खिलाड़ी 1	T	3, 2	5, 2	1/2, 4
	M	4, 3	7, 1/2	3, 1
	B	5, 2	9, -2	2, 3

(i) Does either player have a strategy that is strictly dominated by another? If so which one(s)?

क्या किसी खिलाड़ी की एक रणनीति है जो दूसरी के द्वारा सख्ती से प्रभावित है? यदि हां, तो कौन-सी?

(ii) What is/are the pure strategy Nash Equilibria of this game?

इस खेल का शुद्ध रणनीति नैश संतुलन क्या है?

(iii) After removing the strategies that are strictly dominated, find the mixed strategy Nash Equilibrium of the game.

सख्ती से प्रभावित रणनीतियों को निकालने के बाद, खेल के मिश्रित रणनीति नैश संतुलन को ज्ञात कीजिए।

(b) Tom and Jerry, both can hunt for food from the same kitchen either in the day or at night. Each prefers to hunt at night if his opponent hunts in the day and each prefers to hunt in the day if his opponent hunts at night. Given his own strategy each player prefers the outcome in which his opponent hunts at night. to the one in which his opponent hunts in the day. Formulate the ordinal payoff matrix and find the Nash equilibrium of the game. 6

टॉम और जेरी, दोनों एक ही रसोई से भोजन दिन या रात में खोज सकते हैं। अगर एक रात में भोजन खोजता है तो दूसरा दिन में भोजन खोजना पसंद करता है। अगर एक दिन में भोजन खोजता है, तो दूसरा रात में भोजन खोजना पसंद करता है। अपनी रणनीति को देखते हुए प्रत्येक खिलाड़ी उस नतीजे को जिसमें प्रतिद्वंद्वी दिन में भोजन खोजता है से अधिक उस नतीजे को पसंद करता है जिसमें प्रतिद्वंद्वी रात में भोजन खोजता है। क्रमिक प्रतिफल मैट्रिक्स बनाइए और खेल का नैश संतुलन ज्ञात कीजिए।

(c) Explain the two player Stag hunt game and its Nash equilibria. 4.5

दो खिलाड़ी स्टेग हन्ट खेल और उसके नैश संतुलनों को समझाइये।

6. (a) Each of 'n' people chooses whether or not to contribute a fixed amount towards the provision of a public good. The good is provided if and only if at least k people contribute towards it where $2 \leq k \leq n$. Contributions are not refunded if the public good is not provided. For each person the outcomes from best to worst are ranks as follows :

'n' लोगों में से प्रत्येक व्यक्ति यह चुनता है कि एक सार्वजनिक वस्तु के प्रावधान के लिए एक निश्चित राशि का योगदान करना है या नहीं। यह वस्तु केवल तभी प्रदान की जाती है जब कम से कम k लोग इसके लिए योगदान करें जहां $2 \leq k \leq n$ । योगदान वापस नहीं किया जाता है अगर सार्वजनिक वस्तु प्रदान नहीं की जाती है। प्रत्येक व्यक्ति के लिए सर्वोत्तम से सबसे खराब परिणाम निम्न प्रकार से हैं :

Best : The public good is provided and she does not contribute,

सर्वश्रेष्ठ : सार्वजनिक वस्तु प्रदान की जाती है और वह योगदान नहीं करती है,

Second : The public good is provided and she contributes,

द्वितीय :: सार्वजनिक वस्तु प्रदान की जाती है और वह योगदान देती है,

Third : The public good is not provided and she does not contribute,

तीसरा : सार्वजनिक वस्तु प्रदान नहीं की जाती है और वह योगदान नहीं करती है,

Worst : The public good is not provided and she contributes.

सबसे खराब : सार्वजनिक वस्तु प्रदान नहीं की जाती है और वह योगदान देती है।

Find the pure strategy Nash Equilibria of this strategic game. 10

इस रणनीतिक खेल के शुद्ध रणनीति नैश संतुलन ज्ञात करें।

- (b) Austin starts this sequential game where he can go up to Jane (who is reading a book) and either snatch it or refrain. If he refrains then he gets no utility while Jane gets +10. If he snatches her book then he gets a utility of +5 and Jane of -10 provided that Jane doesn't retaliate. If Jane retaliates (after her book is snatched) then Austin's utility changes from +5 to -5 while Jane's utility changes from -10 to -10+x. Draw the game tree (extensive form) of this sequential game. For what values of x will Austin snatch her book in the subgame perfect Nash equilibrium ? 8.5

ऑस्टिन इस अनुक्रमिक खेल को शुरू करता है जहाँ वह जेन तक जा सकता है (जो एक पुस्तक पढ़ रही है) और या तो वह पुस्तक को छीन लेता है या नहीं छीन पाता है। अगर वह नहीं छीन पाता है तो उसको कोई उपयोगिता नहीं मिलती जबकि जेन को 10 प्राप्त होती है। अगर वह उसकी किताब को छीन पाता है तो उसे 5 की उपयोगिता मिलती है, लेकिन जेन को -10 जब जेन का प्रतिशोध नहीं होता। अगर जेन प्रतिशोध करती है (उसके बाद किताब छीन ली जाती है) तो ऑस्टिन की उपयोगिता 5 से

-5 में बदलती है, जबकि जेन की उपयोगिता -10 से $-10 + x$ में बदल जाती है। इस अनुक्रमिक खेल का खेल वृक्ष (विस्तृत रूप) खींचिए। x के किन मूल्यों पर ऑस्टिन उप-खेल परिपूर्ण नैश संतुलन में उसकी पुस्तक छीन लेगा ?

7. (a) The market demand function for a good is given by $P = 1000 - 2Q$. There are two duopolists 1 and 2, producing this good, with their respective average and marginal costs $AC_1 = MC_1 = 200$ and $AC_2 = MC_2 = 240$. Find the Cournot equilibrium, price, quantities of both duopolists, and profits made by both. How do these change if the second duopolist is the Stackel bergleader ? 10

एक वस्तु का बाजार माँग फलन $P = 100 - 2Q$ के द्वारा दिया गया है। यहाँ इस वस्तु के सम्बन्धित सीमांत और औसत लागतों $AC_1 = MC_1 = 200$ और $AC_2 = MC_2 = 240$ के साथ दो द्वि-धिकारी 1 और 2 हैं। दोनों द्वि-धिकारियों के लिए कूर्नो संतुलित कीमत, उत्पादन मात्रा, और दोनों द्वारा अर्जित लाभ ज्ञात कीजिए। ये कैसे बदलते हैं यदि दूसरा द्वि-धिकारी स्टैकलबर्ग नेता हैं ?

- (b) The market demand curve for widgets is given by $P = 200 - 2Q$. Two homogeneous duopolists producing this identical product both can produce as much as they want (that is they have unlimited capacity) at a constant average and marginal cost of ₹50. If there is price competition i.e. both set their prices simultaneously (in a one period game) what will be the price of widgets

and the total profits earned by the two duopolists together ? 4

विडट्स के लिए बाजार माँग वक्र $P = 200 - 2Q$ के द्वारा दिया गया है। दो समरूपीय द्वि-धिकारी जो कि समरूप उत्पाद का उत्पादन कर रहे हैं, में से प्रत्येक एक स्थिर औसत और सीमांत 50 ₹ की लागत पर जितना चाहे उतना उत्पादित कर सकता है (अतः उनके पास उत्पादन की असीमित क्षमता है)। यदि यहाँ पर इस प्रकार की कीमत प्रतिस्पर्धा एक समय खेल है, जिसमें दोनों, एक साथ ही उनकी कीमतें तय करते हैं। विडट्स की कीमत क्या होगी और दोनों द्वि-धिकारियों द्वारा मिलकर अर्जित कुल लाभ कितना होगा ?

- (c) What does it mean when we say that in the price leadership game of differentiated duopoly the leader plays a puppy-dog strategy ? 4.5

इसका मतलब क्या है जब हम कहते हैं कि विभेदित द्वि-धिकारियों के कीमत नेतृत्व खेल में नेता एक पपी-डॉग रणनीति खेलता है ?

8. (a) If the demand curves of two consumers who buy from a monopolist are given by $p_1 = 9 - 0.5q_1$ and $p_2 = 8 - 0.5q_2$ and his constant $AC = MC = 4$.

यदि दो उपभोक्ता जो एक एकाधिकारी से खरीदते हैं, के माँग वक्र $p_1 = 9 - 0.5q_1$ और $p_2 = 8 - 0.5q_2$ के द्वारा दिए गये हैं और एकाधिकारी की स्थिर $AC = MC = 4$ है।

- (i) What will be the O_i Tariff ?

O_i टैरिफ क्या वसूला जाएगा ?

- (ii) What optimal linear two part tariff will be charged if the entry fee must be the same for both the consumers ? What is the average price paid by each consumer ? 6.5

इष्टतम रेखिक दो भाग टैरिफ क्या वसूला जाएगा, यदि प्रवेश शुल्क दोनों उपभोक्ताओं के लिए समान होना चाहिए ?

- (b) In a Natural Monopoly, use a diagram to explain how a two tier pricing system can be used as a way to solve the marginal cost pricing dilemma. 6

प्राकृतिक एकाधिकार में, सीमांत मूल्य निर्धारण की दुविधा को हल करने के तरीके के रूप में एक दो स्तरीय मूल्य निर्धारण प्रणाली का उपयोग कैसे किया जा सकता है वर्णन के लिए एक आरेख का उपयोग कीजिए।

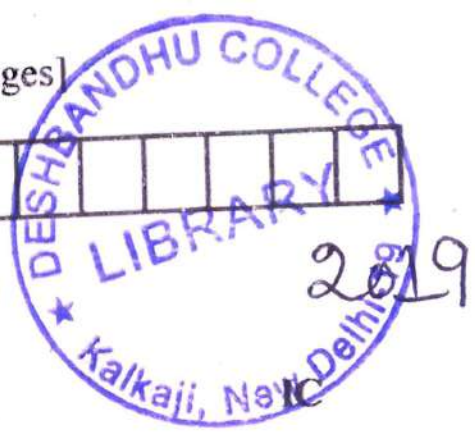
- (c) For a monopolist if the demand curve is given by $Q = P^{-2}$ and his constant average and marginal cost is C , find the ratio of consumer surplus under monopoly to consumer surplus under perfect competition. 6

यदि एक एकाधिकारी के लिए माँग वक्र $Q = P^{-2}$ के द्वारा दिया जाता है और उसकी स्थिर औसत और सीमांत लागत C है, तो एकाधिकार के अंतर्गत उपभोक्ता अधिशेष का पूर्ण प्रतिस्पर्धा के अंतर्गत उपभोक्ता अधिशेष से अनुपात ज्ञात कीजिए।

This question paper contains 15 printed pages]

Roll No.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



S. No. of Question Paper : 9093

12

Unique Paper Code : 12271402

Name of the Paper : Intermediate Macroeconomics-II

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

Semester : IV

Duration : 3 Hours

Maximum Marks : 75

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

(इस प्रश्न-पत्र के मिलते ही ऊपर दिए गए निर्धारित स्थान पर अपना अनुक्रमांक लिखिये।)

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

टिप्पणी :— इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिन्दी किसी एक भाषा में दीजिए; लेकिन सभी उत्तरों का माध्यम एक ही होना चाहिए।

Answer all *five* questions. Attempt any *two* parts from each question.

All questions carry equal marks, 15 marks each.

सभी पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिये। प्रत्येक प्रश्न के किन्हीं दो भागों का उत्तर दीजिए।

सभी प्रश्नों के अंक समान हैं, प्रत्येक प्रश्न 15 अंकों का है।

P.T.O.

1. (a) In the Harrod's model, the interaction between the accelerator and the multiplier can lead to upwards or downwards instability depending upon the initial configuration of entrepreneur's expectation. Explain. 7.5
- (b) (i) Suppose in the Solow Model output in a country is produced with the production function $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$, where $0 < \alpha < 1$. Capital depreciates at the rate δ and productivity, A , and saving rate s , is assumed constant. Suppose initially economy is at the steady state with constant population growth rate n_1 . Depict the steady state equilibrium in a graph. Now suppose there is a one-time increase in immigration, perhaps due to the influx of refugees from a troubled foreign country. Use the previous graph to illustrate the short-run and the long-run effects of this on the domestic economy.

- (ii) Describe graphically how an economy attains golden rule of capital accumulation. If an economy starts with too little capital, show the transition path of output per worker, consumption per worker and investment per worker to reach the golden rule steady state. 3+4.5
- (c) (i) Assuming $\lambda = 1$ and $\Phi = 0$ explain how a onetime increase in the productivity of research as measured by an increase in δ would affect growth rate and the level of technology overtime in the Romer Model ?
- (ii) Explain why the share of population that works in the research sector is less than optimal in the Romer Model. 4.5+3
- (अ) हैरोड के मॉडल में, त्वरक और गुणक के बीच परस्पर क्रिया उद्यमी की अपेक्षा की प्रारंभिक विन्यास के आधार पर ऊपर या नीचे अस्थिरता का कारण बन सकती है। व्याख्या कीजिए।

- (ब) (i) मान लीजिए कि किसी देश में सोलो मॉडल में उत्पादन फलन $Y = AK^\alpha L^{1-\alpha}$, जहाँ $0 < \alpha < 1$ के साथ उत्पादित किया जाता है। पूँजी दर δ और उत्पादकता A , और बचत दर, s , पर निरंतर स्थिर माना जाता है। मान लीजिए कि शुरूआत में अर्थव्यवस्था लगातार अविरल अवस्था में स्थिर जनसंख्या वृद्धि दर n_1 है। ग्राफ में अविरल अवस्था संतुलन का चित्रण कीजिए। अब मान लीजिए कि आप्रवासन में एक बार की वृद्धि हुई है, शायद एक अस्थिर विदेशी देश से शरणार्थियों के प्रवाह के कारण। घरेलू अर्थव्यवस्था पर अल्पकाल और दीर्घकाल तक चलने वाले प्रभावों को चित्रित करने के लिए पिछले ग्राफ का उपयोग कीजिए।
- (ii) सचित्र वर्णन कीजिए कि कैसे अर्थव्यवस्था पूँजीगत संचय के स्वर्णिम नियम को प्राप्त करती है। यदि एक अर्थव्यवस्था बहुत कम पूँजी के साथ शुरू होती है, तो प्रति श्रमिक उत्पादन का संक्रमण पथ, प्रति श्रमिक उपभोग और प्रति श्रमिक निवेश सुनहरा नियम अविरल अवस्था तक पहुँचने के लिए दर्शाएँ।

- (स) (i) मान लीजिये कि $\lambda = 1$ और $\Phi = 0$ है, व्याख्या कीजिये कि δ में वृद्धि के आधार पर शोध की उत्पादकता में एक बार वृद्धि कैसे रोमर मॉडल में लम्बे समय तक विकास दर और प्रौद्योगिकी के स्तर को प्रभावित करेगी ?
- (ii) रोमर मॉडल में शोध क्षेत्र में काम करने वाली जनसंख्या का हिस्सा इष्टतम स्तर से कम क्यों है? व्याख्या कीजिये।
2. (a) In the Life Cycle hypothesis an individual's consumption is proportional present value of future income. Explain the factors that determine the present value. Assuming capital markets to be working efficiently, if there is an unexpected increase in income from real estate how would it affect consumption ? 7.5
- (b) (i) State the assumptions concerning Friedman's permanent income hypothesis. Using his analysis showing the variation in average consumption and income over the business cycle explain why $MPC < APC$ in the short run and $APC = MPC$ in the long run 5.5

(ii) Why is the model less satisfactory than the Ando Modigliani Model ? 2

(c) (i) In a two period (period 0 and period 1) consumption optimization model given by Irving Fisher suppose the individual's $c_0 < y_0$. Where c is consumption, y is income and r is the rate of interest on borrowing and saving. Consider a consumer's preferences over current and future consumption given by $U(c_0, c_1)$. Show the utility maximization point with the help of a figure.

(ii) How would his consumption be affected in period 0 and 1 if income increases in period 0 and if interest rate on savings increases. Consider consumption has normal good property. 3.5+4

(अ) लाइफ साइकिल परिकल्पना में एक व्यक्ति का उपभोग भविष्य की आय का आनुपातिक वर्तमान मूल्य है। वर्तमान मूल्य निर्धारित करने वाले कारकों की व्याख्या कीजिए। पूँजी बाजारों को प्रभावी ढंग से काम करने की मान्यता से, अगर अचल संपत्ति से आय में अप्रत्याशित वृद्धि हुई है तो यह उपभोग को कैसे प्रभावित करेगा?

(ब) (i) फ्राइडमैन की स्थायी आय परिकल्पना से संबंधित धारणाएँ बताइये। अपने विश्लेषण का उपयोग करके व्यवसाय चक्र पर औसत उपभोग और आय में भिन्नता को दर्शाते हुए व्याख्या कीजिये कि अल्पकाल में एमपीसी < एपीसी और दीर्घकाल में एपीसी = एमपीसी क्यों होती है?

(ii) यह मॉडल एंडो मोडिग्लियानी मॉडल से कम संतोषजनक क्यों है?

(स) (i) इरविंग फिशर द्वारा दी गई दो अवधि (अवधि 0 और अवधि 1) उपभोग अनुकूलन मॉडल में मान लीजिए कि व्यक्ति की $c_0 < y_0$ है। जहाँ c उपभोग है, y आय है और r उधार और बचत पर ब्याज दर है। $U(c_0, c_1)$ द्वारा दी गई वर्तमान और भविष्य के उपभोग पर उपभोक्ता के अधिमानों पर विचार कीजिए। एक रेखाचित्र की सहायता से उपयोगिता अधिकतमता बिंदु दिखाइयें।

(ii) अवधि 0 और 1 में उनका उपभोग कैसे प्रभावित होगा यदि अवधि 0 में आय बढ़ जाती है और यदि बचत पर ब्याज दर बढ़ जाती है। मान लीजिए कि उपभोग की प्रकृति अच्छी है।

3. (a) (i) Explain the gradual adjustment formulation of net investment in the neoclassical approach. Explain how the increase in the expected output; an increase in real interest rate; and a temporary increase in investment tax credit affects the rate of investment. 5
- (ii) Explain the q theory of investment and how it is used to determine housing investment. 2.5
- (b) Determine the equilibrium portfolio choice of a 'diversifier' in the portfolio balance approach. Explain with the help of a figure why the demand for money must decrease by progressively smaller amounts as interest rate increases by constant increments. 3+4.5
- (c) Explain using an appropriate model why transactions demand for money increases with square root of income and decreases with the square root of interest rate. 7.5
- (अ) (i) नियोक्लासिकल दृष्टिकोण में शुद्ध निवेश के क्रमिक समायोजन फॉर्मूलेशन की व्याख्या कीजिए। व्याख्या कीजिए कि अपेक्षित उत्पादन में वृद्धि वास्तविक ब्याज दर में वृद्धि और निवेश-कर क्रेडिट में अस्थायी वृद्धि निवेश की दर को कैसे प्रभावित करती है?

- (ii) निवेश के क्यू सिद्धांत की व्याख्या कीजिए और आवास निवेश को निर्धारित करने के लिए इसका उपयोग कैसे किया जाता है?
- (ब) पोर्टफोलियो बैलेंस दृष्टिकोण में 'विविधता' के समतोल पोर्टफोलियो विकल्प का निर्धारण कीजिए। एक आंकड़े की मदद से समझाइये कि निरंतर वृद्धि के कारण ब्याज दर में वृद्धि के रूप में मुद्रा की माँग क्रमशः कम मात्रा में कम क्यों होनी चाहिए?
- (स) उचित मॉडल का उपयोग करके समझाइये कि लेन-देन के लिए मुद्रा की माँग आय के वर्ग रूट के साथ बढ़ जाती है और ब्याज दर के वर्ग रूट के साथ घट जाती है।
4. (a) (i) Explain the factors that affect the debt GDP ratio. How does an increase in inflation and primary budget surplus affect the debt GDP ratio? Explain why private investors would be unwilling to hold government debt. 5
- (ii) What is the merit of using cyclically adjusted deficit? What are the implications when cyclically adjusted deficit is positive? 2.5

(b) The Phillips curve is given by

$$\pi_t - \pi_{t-1} = -\alpha (u_t - u_n)$$

Suppose the central bank has an inflation target π^* .

(i) If the central bank is able to keep the inflation rate equal to the target inflation rate every period, will the economy experience fluctuations in unemployment ?

(ii) If the natural rate of unemployment changes frequently will the central bank be able to hit the inflation target ?

(iii) Suppose $\alpha = 1$ and the central bank is keen to reduce the unemployment rate below the natural rate by 1 per cent how will it affect inflation overtime ?

(iv) What is time inconsistency of optimal policy and which policy can be used to overcome it ?

1.5+1.5+2+2.5

(c) (i) Explain how asymmetric information problems hinder the operation of the financial systems ? Discuss the ways in which the government can improve the quality of financial information ? 5

(ii) Outline the key equations of the basic DSGE model. 2.5

(अ) (i) उन कारकों की व्याख्या कीजिये जो ऋण-जीडीपी अनुपात को प्रभावित करते हैं? मुद्रास्फीति एवं प्राथमिक बजट अधिशेष में वृद्धि कैसे ऋण-जीडीपी अनुपात को प्रभावित करती है? निजी निवेशक सरकारी ऋण को रखने में इच्छित क्यों नहीं होते हैं? व्याख्या कीजिए।

(ii) चक्रीय रूप से समायोजित घाटे का उपयोग करने का गुण क्या है? चक्रीय रूप से समायोजित घाटे का सकारात्मक होने का निहितार्थ क्या है?

(ब) फिलिप्स वक्र को निम्न प्रकार व्यक्त किया जाता है :

$$\pi_t - \pi_{t-1} = -\alpha (u_t - u_n)$$

मान लीजिए केंद्रीय बैंक का मुद्रास्फीति लक्ष्य π^* है।

(i) यदि केंद्रीय बैंक प्रत्येक अवधि में मुद्रास्फीति दर को लक्षित मुद्रास्फीति दर के बराबर बनाए रखने में सक्षम है, तो क्या अर्थव्यवस्था बेरोजगारी में उतार-चढ़ाव का अनुभव करेगी?

(ii) यदि बेरोजगारी की प्राकृतिक दर अक्सर बदलती है तो केंद्रीय बैंक मुद्रास्फीति लक्ष्य को प्राप्त करने में सक्षम होगा?

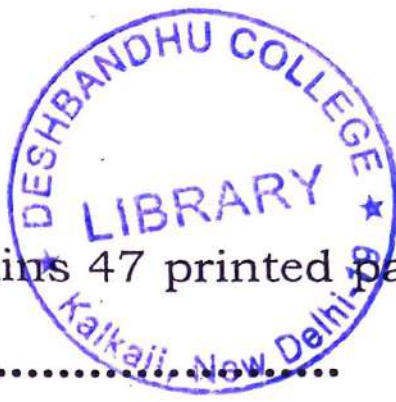
- (iii) मान लीजिए कि $\alpha = 1$ और केंद्रीय बैंक प्राकृतिक दर से बेरोजगारी दर को 1 प्रतिशत तक कम करने को इच्छुक है, यह मुद्रास्फीति को अधिक समय तक कैसे प्रभावित करेगा?
- (iv) इष्टतम नीति का समय असंगतता क्या है और इसे दूर करने के लिए किस नीति का उपयोग किया जा सकता है?
- (स) (i) वर्णन कीजिये कि असममित सूचना की समस्याएँ वित्तीय प्रणालियों के संचालन में बाधा डालती हैं? उन तरीकों पर चर्चा कीजिये जिनसे सरकार वित्तीय सूचना की गुणवत्ता में सुधार कर सकती है।
- (ii) मूल डीएसजीई मॉडल के प्रमुख समीकरणों की रूपरेखा तैयार कीजिए।

5. (a) (i) What are the two types of asset price bubble and which one possess a bigger threat to the financial system? How should central banks respond to asset price bubbles?

- (ii) What is the source of business cycle in the policy ineffectiveness proposition? Does it provide a satisfactory explanation of business cycles? 2.5
- (b) (i) How does an adverse supply shock affect the production function and labour demand in the RBC model? What are the limitations of these models? 5
- (ii) Examine the effectiveness of Seignorage as a way of raising revenues for the government. 2.5
- (c) (i) A central bank that follows the Taylor rule will stabilize activity and achieve its target inflation rate in the medium run. Explain. 4
- (ii) Given government budget constraint, suppose the budget is balanced till the end of year 0. The government decides to decrease taxes by 1 in year 1. Find out the amount of primary surplus that is necessary to retire the debt in year t . If Ricardian equivalence holds how would the tax cut affect the economy? 3.5

- (अ) (i) परिसंपत्ति मूल्य बुलबुले के दो प्रकार कौन-कौनसे हैं और इनमें से कौनसा वित्तीय प्रणाली के लिए बड़ा खतरा होता है? केंद्रीय बैंकों द्वारा परिसंपत्ति मूल्य बुलबुले की प्रतिक्रिया क्या होनी चाहिए?
- (ii) नीति अप्रभावी प्रस्ताव में व्यापार चक्र के स्रोत क्या हैं? क्या यह व्यवसाय चक्रों का एक संतोषजनक स्पष्टीकरण प्रदान करता है?
- (ब) (i) एक प्रतिकूल आपूर्ति धक्का आरबीसी मॉडल में उत्पादन फलन और श्रम की माँग को कैसे प्रभावित करता है? इन मॉडलों की सीमाएँ क्या हैं?
- (ii) सरकार के लिए राजस्व बढ़ाने के तरीके के रूप में प्रभुत्व (Seignorage) की प्रभावशीलता की जाँच कीजिए।
- (स) (i) टेलर नियम का पालन करने वाला एक केंद्रीय बैंक गतिविधि को स्थिर करेगा और मध्यम गति में अपनी लक्षित मुद्रास्फीति दर हासिल करेगा, के बारे में बताइये।

- (ii) सरकारी बजट की बाध्यता को देखते हुए, मान लीजिए कि बजट वर्ष 0 के अंत तक संतुलित रहता है। सरकार वर्ष 1 में करों को 1 कम करने का फैसला करती है। 1-वर्ष में ऋण को खत्म करने के लिए आवश्यक प्राथमिक अधिशेष की राशि का पता लगाइये। यदि रिकार्डियन समकक्ष लागू होता है तो कर कटौती अर्थव्यवस्था को कैसे प्रभावित करेगी?



13

[This question paper contains 47 printed pages]

Your Roll No. : 2019

Sl. No. of Q. Paper : 9134 IC

Unique Paper Code : 12271403

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

Name of the Paper : Introductory
Econometrics

Semester : IV

Time : 3 Hours Maximum Marks : 75

Instructions for Candidates :

परीक्षार्थियों के लिए निर्देश :

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

इस प्रश्न-पत्र के प्राप्त होने पर तुरंत शीर्ष पर अपना रोल नंबर लिखें।

(b) Answer may be written either in **English** or in **Hindi**; but the same medium should be used throughout the paper.

इस प्रश्न-पत्र का उत्तर अंग्रेजी या हिंदी किसी एक भाषा में दीजिए, लेकिन सभी उत्तर एक ही भाषा में होने चाहिए।

(c) Answer any **five** questions out of **Seven**.

सात में से किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

(d) **All** questions carry equal marks.

सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

(e) Use of simple non-programmable calculator is allowed. Statistical tables are attached for your reference.

सरल गैरप्रोग्राम कैल्कुलेटर के उपयोग की अनुमति दी जाती है। आपके संदर्भ के लिए सांख्यिकी टेबल प्रश्न-पत्र के अंत में दी गयी है।

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

5×3=15

बताइए कि निम्नलिखित कथन सत्य हैं या असत्य। अपने उत्तर हेतु कारण भी दीजिए।

(a) In a regression model $\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$, if $\hat{\beta}_2$ is multiplied by 100 we obtain the growth rate estimate of Y_i .

समाश्रयण (regression) मॉडल $\ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$, में, यदि $\hat{\beta}_2$ को 100 से गुणा किया जाता है तो हमें Y_i की वृद्धि दर का आकलन (estimate) प्राप्त होता है।

(b) In regression through origin models the conventionally computed r^2 may not be meaningful.

मूल बिन्दु (origin) से समाश्रयण वाले मॉडलों में परम्परपरागत रूप से गणित r^2 निरर्थक हो सकता है।

(c) In simple regression model $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$, the OLS estimators $\hat{\beta}_1$ and $\hat{\beta}_2$ each follow normal distribution only if u_i follows normal distribution.

सरल समाश्रयण मॉडल $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$, में OLS आकलकों (estimators) $\hat{\beta}_1$ व $\hat{\beta}_2$ में से प्रत्येक का बंटन (distribution) प्रसामान्य (normal) तभी होता है यदि u_i का बंटन प्रसामान्य हो।

(d) P-value of a test statistic is equal to the level of significance.

किसी जाँच प्रतिदर्शज (test statistic) का P-मान सार्थकता स्तर (level of significance) के बराबर होता है।

(e) If the estimate of slope coefficient in a bivariate regression is zero, the measure of coefficient of determination is also zero.

यदि एक द्वि-चर समाश्रयण में ढाल गुणांक (slope coefficient) का आकलन शून्य हो, तो निर्धारण गुणांक (coefficient of determination) का मान भी शून्य होगा।

2. (a) You have the following information :

आपको निम्नलिखित सूचनाएँ दी गई हैं :

$$\sum X = 1680, \sum Y = 1110, \sum XY = 204200,$$

$$\sum X^2 = 315400, \sum Y^2 = 133300, n = 10. \text{ Assume}$$

all assumptions of CLRM are fulfilled. Obtain

मान लीजिए कि CLRM की सभी मान्यताएँ सन्तुष्ट होती

हैं। निम्नलिखित को ज्ञात कीजिए :

(i) $\hat{\beta}_1$ and $\hat{\beta}_2$

$\hat{\beta}_1$ व $\hat{\beta}_2$

(ii) Establish 95% interval for the population slope coefficient β_2

समष्टि (population) ढाल गुणांक β_2 हेतु 95% विश्वास्तयता अन्तराल (confidence interval)

(iii) R^2

7

(b) Average score of students in a certain exam are known to be normally distributed with mean value 75 and standard deviation 9. Some coaching classes claim that it is possible to increase the average score of students with an additional use of their study material. It is believed that score with additional study material would remain normally distributed with $\sigma = 9$. Let μ denote the true average score of students when additional material is used. 5

यह ज्ञात है कि किसी परीक्षा में विद्यार्थियों के औसत अंकों (score) का बंटन प्रसामान्य है जिसका माध्य (mean) 75 व मानक विचलन (standard deviation) 9 है। कुछ कोचिंग केन्द्रों का दावा है कि उनकी पाठ्य-सामग्री के उपयोग से इन औसत अंकों को बढ़ाया जा सकता है। यह माना जाता है कि अतिरिक्त पाठ्य-सामग्री के साथ अंकों का बंटन प्रसामान्य ही रहेगा जिसका मानक विचलन $\sigma = 9$ होगा। मान लीजिए कि μ अतिरिक्त पाठ्य सामग्री के उपयोग के साथ विद्यार्थियों के वास्तविक अंक (true score) हैं।

- (i) What are the appropriate null and alternative hypothesis ?

उपयुक्त शून्य (null) व वैकल्पिक (alternate) परिकल्पनाएँ (hypotheses) क्या हैं ?

- (ii) Let \bar{X} denote the sample average score for 25 randomly selected students. Consider the test procedure with test statistic \bar{X} and rejection region $\bar{x} \geq 77.9$. What is the probability distribution of the statistic when H_0 is true ? What is the probability of Type I error ?

मान लीजिए कि \bar{X} यादृच्छिक तौर पर (randomly) चयनित 25 विद्यार्थियों के समूह हेतु प्रतिदर्श औसत अंक (sample average score) हैं। जाँच प्रतिदर्शज \bar{X} व अस्वीकृति-क्षेत्र (rejection region) $\bar{x} \geq 77.9$ वाली जाँच प्रक्रिया पर विचार कीजिए। यदि H_0 सत्य हो ता प्रतिदर्शज का प्रायिकता बंटन (probability distribution) क्या होगा ? I प्रकार की त्रुटि (error) की प्रायिकता (probability) क्या होगी ?

- (iii) Using the testing procedure in (ii) what is the probability of type II error when in fact $\mu = 80$.

(ii) में दी गई जाँच प्रक्रिया की सहायता से बताइए कि II प्रकार की त्रुटि की प्रायिकता क्या होगी यदि वास्तव में $\mu = 80$.

- (c) In a regression model, $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$, show that the mean of actual Y_i is equal to the mean of estimated \hat{Y}_i . 3

समाश्रयण मॉडल $Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i + u_i$, में दर्शाइए कि वास्तविक Y_i का माध्य (mean) आकलित \hat{Y}_i के माध्य के बराबर होता है।

3. (a) Consider the following simple regression model

$$\text{price} = \beta_0 + \beta_1 \text{ assess} + u$$

where price is the housing price assess and is the assessment of housing prices. The estimated equation is :

निम्नलिखित सरल समाश्रयण मॉडल पर विचार कीजिए

$$\text{price} = \beta_0 + \beta_1 \text{ assess} + u$$

जहाँ price आवासों की कीमत है तथा assess आवासों की कीमतों का आकलन है। आकलित समीकरण निम्न प्रकार है :

$$\widehat{\text{price}} = -14.47 + 0.976 \text{ assess}$$

$$t = (16.27) \quad (0.049)$$

$$n = 88, \text{ SSR} = 165644.51, r^2 = 0.820$$

- (i) How will you test the constraints $\beta_1 = 1$ and $\beta_0 = 0$ in the above regression if you are given the SSR in the restricted model as 209448.99 ? Conduct the necessary test(s) at 1% level of significance and give your conclusion. 3
- उपरोक्त समाश्रयण में आप प्रतिबन्धों (restrictions) $\beta_1 = 1$ व $\beta_0 = 0$ का परीक्षण किस प्रकार करेंगे यदि आपको दिया हुआ है कि प्रतिबन्धित समाश्रयण (restricted regression) में SSR का मान 209448.99 है ? आवश्यक परीक्षण (परीक्षणों) को 1% सार्थकता स्तर पर कीजिए तथा अपना निष्कर्ष दीजिए।

- (ii) Suppose now that the estimated model is :

अब मान लीजिए कि आकलित मॉडल निम्न प्रकार है :

$$\text{price} = \beta_0 + \beta_1 \text{ assess} + \beta_2 \text{ lotsize} + \beta_3 \text{ sqrft} + \beta_4 \text{ bdrms} + u$$

where

जहाँ

lotsize = the size of the lot

= समूह का आकार

sqrft = the square footage

= क्षेत्रफल वर्गफुट में

bdrms = the number of bedrooms

= शयनकक्षों की संख्या

The R^2 from estimating this model using the same 88 houses is 0.829. Test at 1% level of significance that all partial slope coefficients are equal to zero. 2

उन्हीं 88 की सहायता से इस मॉडल हेतु $R^2 = 0.829$ है। 1% सार्थकता स्तर पर इस बात का परीक्षण कीजिए कि सभी आंशिक (partial) ढाल गुणांकों के मान शून्य के बराबर हैं।

(b) Let $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, Consider two independent random samples of observations on X . The samples are of size n_1 and n_2 with means \bar{X}_1 and \bar{X}_2 respectively. Two estimators of the population mean are proposed : 4

मान लीजिए $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, X पर प्रेक्षणों के दो स्वतन्त्र यादृच्छिक (random) प्रतिदर्शों (samples) पर विचार कीजिए। इन प्रतिदर्शों के आकार क्रमशः n_1 व n_2 तथा माध्य \bar{X}_1 व \bar{X}_2 हैं। समष्टि माध्य के दो आकलक (estimators) प्रस्तावित किए जाते हैं :

$$\hat{\mu} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2}{2}, \tilde{\mu} = \frac{n_1 \bar{X}_1 + n_2 \bar{X}_2}{n_1 + n_2}$$

Check whether these estimators are unbiased and calculate their variance.

इन आकलकों की अनभिनतता (unbiasedness) हेतु जाँच कीजिए तथा इनके प्रसरणों (variances) को ज्ञात कीजिए।

(c) For each of the following pairs of dependent (Y) and independent variables (X), pick the most appropriate functional form. Explain the reason for your answer : 6

निम्नलिखित में से निर्भर (dependent) (Y) व स्वतन्त्र (independent) (X) चरों के प्रत्येक युग्म हेतु, सर्वाधिक उपयुक्त फलनीय रूप (functional form) का चयन कीजिए। अपने उत्तर हेतु कारण समझाइए।

(i) $Y =$ demand for food $X =$ price of food

$Y =$ भोजन की माँग $X =$ भोजन की कीमत

(ii) $Y =$ AFC of production $X =$ output

$Y =$ उत्पादन की AFC $X =$ उत्पाद

(iii) $Y =$ Population in India $X =$ time

$Y =$ भारत में जनसंख्या $X =$ समय

4. (a) In a regression of average wages (W) on the number of employees (N) for a random sample of 30 firms, the following results were obtained : 6

30 फर्मों के एक यादृच्छिक प्रतिदर्श हेतु औसत मजदूरी (W) के कर्मचारियों की संख्या (N) पर समाश्रयण हेतु निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए :

Regression 1: $\widehat{W} = 7.5 + 0.009 N$
समाश्रयण 1:

$$t = (16.10) \quad R^2 = 0.90$$

Regression 2 : $\frac{\widehat{W}}{N} = 0.008 + 7.8 \frac{1}{N}$

समाश्रयण 2 :

$$t = (14.43) \quad (76.58) \quad R^2 = 0.99$$

(i) How would you interpret the two regressions ?

आप इन दोनों समाश्रयणों की व्याख्या किस प्रकार करेंगे ?

(ii) What might be the reason for transforming Regression 1 into Regression 2 ? What assumption has been made about the error variance in going from Regression 1 to Regression 2 ?

समाश्रयण 1 को समाश्रयण 2 में रूपान्तरित करने के पीछे क्या कारण हो सकता है ? समाश्रयण 1 से समाश्रयण 2 पर जाने में त्रुटि पद (error term) के प्रसरण के बारे में क्या मान्यता ली गई है ?

(iii) Can you relate the slopes and intercepts of the two models ?

क्या आप इन दो मॉडलों के ढालों (slopes) व अन्तःखण्डों (intercepts) के मध्य सम्बन्ध बता सकते हैं ?

(iv) Can you compare the R^2 of the two models ? Give reasons.

क्या आप इन दो मॉडलों के R^2 की तुलना कर सकते हैं ? कारण दीजिए।

(b) The thickness of the graph paper (measured in GSM) used during examinations should be such that it does not tear off easily while plotting a graph. Let μ denote the true average thickness of the new type of graph paper under consideration. The true average thickness of the graph paper should be greater than or equal to 20 GSM for it to be acceptable for all practical uses. A random sample of size n is drawn from a population with normal distribution. What conclusion is appropriate in each case ?

परीक्षाओं के दौरान उपयोग किए जाने वाले ग्राफ पेपर की मोटाई (GSM में) इतनी होनी चाहिए कि यह ग्राफ बनाते समय आसानी से फटे नहीं। मान लीजिए कि μ एक नए प्रकार के विचाराधीन ग्राफ पेपर की वास्तविक (true) औसत मोटाई है। इस पेपर के सभी प्रायोगिक उपयोगों हेतु स्वीकार्य होने हेतु इसकी वास्तविक औसत मोटाई 20 GSM से अधिक या बराबर होना चाहिए। प्रसामान्य बंटन (normal distribution) वाली एक समष्टि से आकार n का एक यादृच्छिक प्रतिदर्श लिया जाता है। निम्नलिखित में से प्रत्येक स्थिति में क्या निष्कर्ष उपयुक्त है ?

- (i) $n = 15, t = 3.2, \alpha = .05$
- (ii) $n = 9, t = 1.8, \alpha = .01$
- (iii) $n = 24, t = -0.2$

(c) Suppose that earnings of individuals are dependent on whether they are skilled workers and their work experience over the years. 6

मान लीजिए कि व्यक्तियों की मजदूरी इस बात पर निर्भर करती है कि क्या वे कुशल (skilled) हैं, तथा उनका कार्यानुभव (work experience) कितना है।

- (i) Define dummy variables to capture whether workers are skilled or not. Take workers being unskilled as the reference category.

श्रमिक कुशल हैं या नहीं, इस हेतु मूक चर (dummy variable) परिभाषित कीजिए। अकुशल (unskilled) श्रमिकों को सन्दर्भ श्रेणी (reference category) में लीजिए।

- (ii) Develop a model which is linear in parameters that shows earnings of an individual as a function of work experience and whether they are skilled. Interpret your model.

प्राचलों (parameters) में रेखीय (linear) एक ऐसा मॉडल विकसित कीजिए जो कि व्यक्ति की मजदूरी को कार्यानुभव व क्या वह कुशल है या नहीं, इस बात के फलन के तौर पर दर्शाता है। अपने मॉडल की व्याख्या कीजिए।

- (iii) Now assume that there is an interaction between skill of the workers and their work experience. How would the model in (ii) change. Interpret the new model.

अब मान लीजिए कि इस मॉडल में श्रमिकों के कौशल व उनके कार्यानुभव का एक परस्पर सम्बन्ध व्यक्त करने वाला (interaction) पद भी है। उपरोक्त भाग (ii) में आपका मॉडल किस प्रकार परिवर्तित हो जाएगा ? नए मॉडल की व्याख्या कीजिए।

5. (a) The results of a logarithmic regression of demand for food on price and personal disposable income is given as :

5

भोजन की माँग के कीमत व व्यक्तिगत प्रयोज्य आय (personal disposable income) पर एक लघुगणकीय (logarithmic) समाश्रयण के परिणाम निम्न प्रकार हैं :

$$\log Q_t = 2.34 - 0.31 \log P_t + 0.45 \log Y_t + 0.65 \log Q_{t-1}$$

$$Se = (0.05) (0.20) (0.14)$$

$$n = 50 \quad R^2 = 0.90 \quad d = 1.8$$

where Q = food consumption per capita

जहाँ Q = प्रति व्यक्ति भोजन का उपभोग

P = food price

P = भोजन की कीमत

Y = real per capita disposable income

Y = वास्तविक प्रति व्यक्ति प्रयोज्य आय

- (i) Just by looking at the estimated regression, do you suspect serial correlation in it ?

क्या इस मॉडल को देखने मात्र से आपको इसमें स्व-सहसम्बन्ध (serial correlation) का संदेह होता है ?

- (ii) Which test do you use to confirm your suspicion and why ?

अपने संदेह की पुष्टि करने हेतु आप कौन-से परीक्षण का उपयोग करेंगे व क्यों ?

- (iii) Outline the steps of the above mentioned test and provide a conclusion on the basis of your calculations.

उपरोक्त परीक्षण के चरणों की रूपरेखा दीजिए तथा अपनी गणनाओं के आधार पर निष्कर्ष दीजिए।

- (b) Suppose you are given the following regression :

5

मान लीजिए कि आपको निम्नलिखित समाश्रयण दिया गया है :

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \beta_2 X_t^2 + \mu_t$$

Do you think the model suffers from multicollinearity ? If yes then what are the possible remedies of the problem ?

क्या आपको लगता है कि यह मॉडल बहुसंरेखता (multicollinearity) से ग्रस्त है ? यदि हैं तो इस समस्या के संभव उपचार (remedies) क्या हैं ?

- (c) State and prove the minimum variance property of the slope coefficient in a two variable regression model. 5

एक द्विचर समाश्रयण मॉडल में ढाल गुणांक के न्यूनतम प्रसरण गुणधर्म (minimum variance property) को लिखिए व सिद्ध कीजिए।

6. (a) Consider the following models : 5

निम्नलिखित मॉडलों पर विचार कीजिए :

$$\text{Model I : } \ln Y_i^* = \alpha_1 + \alpha_2 \ln X_i^* + u_i^*$$

मॉडल I :

$$\text{Model II : } \ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_i + u_i^*$$

मॉडल II :

where $Y_i^* = w_1 Y_i$ and $X_i^* = w_2 X_i$, the w 's being constants.

जहाँ $Y_i^* = w_1 Y_i$ व $X_i^* = w_2 X_i$, दोनों w अचर (constants) हैं।

- (i) Establish the relationships between the two sets of regression coefficients and their standard errors.

समाश्रयण गुणांकों व इनकी मानक त्रुटियों के इन दो समूहों के मध्य सम्बन्ध स्थापित कीजिए।

- (ii) Is the R^2 different between the two models ? क्या इन दो मॉडलों के R^2 भिन्न होंगे ?

- (b) Suppose the CLRM applies to $Y_i = \beta_2 X_i + \varepsilon_i$.

मान लीजिए कि $Y_i = \beta_2 X_i + \varepsilon_i$ पर CLRM लागू होता है।

- (i) Find the slope coefficient in the regression of Y on X.

Y के X पर समाश्रयण में ढाल गुणांक ज्ञात कीजिए।

- (ii) Suppose now we have a regression of X on Y, $X_i = \gamma_2 Y_i + v_i$. Is slope coefficient of regression on X on Y an inverse of slope of regression of Y on X. 4

अब मान लीजिए कि हमारे पास X का Y पर समाश्रयण, $X_i = \gamma_2 Y_i + v_i$ है। क्या X के Y पर समाश्रयण में ढाल गुणांक Y के X पर ढाल गुणांक का व्युत्क्रम (inverse) होता है ?

(c) Using data on compensation per employee in thousands of dollars (COMP) and average productivity in thousands of dollars (PROD) for a cross section of 50 firms for the year 1958, the following regression results were obtained (t ratios in parentheses) :

6

50 फर्मों के एक अनुप्रस्थ (cross section) हेतु वर्ष 1958 में प्रति व्यक्ति कर्मचारी वेतन (हजार डॉलरों में) (COMP) व औसत उत्पादकता (हजार डॉलरों में) (PROD) के आँकड़ों की सहायता से निम्नलिखित समाश्रयण परिणाम प्राप्त हुए (कोष्ठकों में t अनुपात हैं) :

$$= 1992.35 + 0.233\text{PROD}_i$$

$$t = (2.1275) \quad (2.333) \quad R^2 = 0.5891$$

Since the cross-sectional data included heterogeneous units, heteroscedasticity was likely to be present. The Park test was performed and the following results of auxiliary regression were obtained :

चकि अनुप्रस्थ आँकड़ों में विजातीय (heterogeneous) इकाइयाँ सम्मिलित थीं, प्रसरण-विषमता (heteroskedasticity) के विद्यमान होने की सम्भावना थी। पार्क का परीक्षण (Park's test) किया गया तथा सहायक (auxiliary) समाश्रयण से निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए :

$$\widehat{\ln e_i^2} = 35.817 - 2.8099\text{PROD}_i$$

$$t = (0.934) \quad (-0.667) \quad R^2 = 0.0595$$

(i) Use the result of auxiliary regression to check if the model indeed suffers from heteroscedasticity. Perform the test at 5% level of significance.

सहायक समाश्रयण के परिणामों की सहायता से जाँच कीजिए कि क्या यह मॉडल वास्तव में प्रसरण-विषमता से ग्रस्त है। 5% सार्थकता स्तर पर परीक्षण कीजिए।

(ii) What could be the possible remedies of heteroscedasticity ?

6

प्रसरण-विषमता हेतु क्या सम्भव उपचार हो सकते हैं ?

7. (a) The following model was estimated for United States from 1958 to 1977 : 5

निम्नलिखित मॉडल को 1958 से 1977 हेतु संयुक्त राज्य अमेरिका हेतु आकलित किया गया था :

$$\hat{Y}_t = 10.078 - 10.337 D_t - 17.549 \left(\frac{1}{X_t} \right) +$$

$$38.173 D_t \left(\frac{1}{X_t} \right)$$

$$se = (1.4204) \quad (1.6859) \quad (8.3373) \quad (9.399)$$

$$R^2 = 0.8787$$

where Y = year-to-year percentage change in the index of hourly earnings

जहाँ Y = प्रति घण्टा मजदूरी के सूचकांक में वर्ष-दर-वर्ष प्रतिशत परिवर्तन

X = percent unemployment rate

X = प्रतिशत बेरोजगारी की दर

D = 1 for 1958-1969

= 0 if otherwise

D = 1, 1958-1969 हेतु

= 0 अन्यथा

(i) Show the Phillips curve for two periods separately.

दोनों अवधियों हेतु फिलिप्स वक्र को अलग-अलग दर्शाइए।

(ii) Are differential intercept and slope coefficients statistically significant? What does this suggest?

क्या विभेदक (differential) अन्तःखण्ड व ढाल गुणांक सांख्यिकीय तौर पर सार्थक हैं? यह क्या बताता है?

(iii) Interpret the regression.

इस समाश्रयण की व्याख्या कीजिए।

(b) Two models for Engel expenditure function are estimated. 5

एंजेल व्यय फलन (Engel expenditure function) हेतु दो मॉडल आकलित किए गए हैं.

$$\text{Model I: } Y_t = 1087.930 + 0.077X_t$$

मॉडल I :

$$t = (25.58) \quad (21.64) \quad R^2 = 0.350 \quad F = 468.645$$

$$\text{Model II : } Y_t = 4005.077 + 0.3381/X_t$$

मॉडल II :

$$t = (19.259) \quad (-20.816) \quad R^2 = 0.333 \quad F = 433.310$$

where Y_t = expenditure on food in rupees

जहाँ Y_t = भोजन पर व्यय, रुपयों में

= total expenditure in rupees

= कुल व्यय, रुपयों में

(i) Interpret all coefficient value of the two models.

इन दो मॉडलों के सभी गुणांकों के मानों की व्याख्या कीजिए।

(ii) Are the sign of the coefficients in the two models contradictory ?

क्या इन दो मॉडलों में गुणांकों के चिन्ह परस्पर विरोधी (contradictory) हैं ?

(iii) Can we compare the results of the two models ?

क्या हम इन दो मॉडलों के परिणामों की तुलना कर सकते हैं ?

(iv) Diagrammatically show the sample regression function in the above model.

उपरोक्त मॉडल में प्रतिदर्श समाश्रयण फलन को रेखाचित्र की सहायता से दर्शाइए।

(c) Consider the following fitted regression model. Standard error is given in parenthesis :

5

निम्नलिखित आकलित समाश्रयण मॉडल पर विचार कीजिए। मानक त्रुटियाँ कोष्ठकों में दी हुई हैं :

$$Y_t = -9.6 + 2.1X_1 + 0.45X_2 \quad R^2 = 0.92$$

$$se = (8.3) \quad (1.98) \quad (1.77)$$

(i) Do you see any problem with this regression ?

क्या आपको इस समाश्रयण में कोई समस्या नजर आती है ?

(ii) If yes, what is the problem ?

यदि हाँ, तो वह समस्या क्या है ?

(iii) Outline the steps for performing an auxiliary regression to detect the presence of problem in the regression.

इस समाश्रयण में समस्या का पता लगाने हेतु सहायक समाश्रयण करने हेतु प्रयुक्त होने वाले चरणों की रूपरेखा दीजिए ।

Appendix

STATISTICAL TABLES

TABLE I LOGARITHMS

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Mean Differences								
											1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	4	8	12	17	21	25	20	33	37
11	0414	0455	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0756	4	8	11	15	19	23	26	30	34
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	3	7	10	14	17	21	24	28	31
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	3	6	10	13	16	19	23	26	29
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1678	1702	1732	3	6	9	12	15	18	21	24	27
15	1701	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	3	6	8	11	14	17	20	22	25
16	2081	2068	2095	2122	2148	2175	2201	2227	2253	2279	3	5	8	11	13	16	18	21	24
17	2304	2330	2355	2380	2405	2430	2455	2480	2504	2529	2	5	7	10	12	15	17	20	22
18	2556	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	2	5	7	9	12	14	16	19	21
19	2798	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2927	2989	2	4	7	9	11	13	16	18	20
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	2	4	6	8	11	13	15	17	19
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	2	4	6	8	10	12	14	16	18
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	2	4	6	8	10	12	14	15	17
23	3617	3636	3656	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	2	4	6	7	9	11	13	15	17
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	2	4	5	7	9	11	12	14	16
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	2	3	5	7	9	10	12	14	15
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	2	3	5	7	8	10	11	13	15
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	2	3	5	6	8	9	11	13	14
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	2	3	5	6	8	9	11	12	14
29	4629	4643	4658	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	1	3	4	6	7	9	10	12	13
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	1	3	4	6	7	9	10	11	13
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	1	3	4	6	7	8	10	11	12
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	1	3	4	5	7	8	9	11	12
33	5186	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	1	3	4	5	6	8	9	10	12
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	1	3	4	5	6	8	9	10	11
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	1	2	4	5	6	7	9	10	11
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	1	2	4	5	6	7	8	10	11
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	1	2	3	5	5	7	8	9	10
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	1	2	3	5	6	7	8	9	10
39	5911	5922	5932	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	1	2	3	4	5	7	8	9	10
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	1	2	3	4	5	6	8	9	10
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	1	2	3	4	5	6	7	8	9
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6605	6415	6425	1	2	3	4	5	6	7	8	9
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	1	2	3	4	5	6	7	8	9
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	1	2	3	4	5	6	7	8	9
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	1	2	3	4	5	6	7	7	8
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	1	2	3	4	5	5	6	7	8
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	1	2	3	4	4	5	6	7	8
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	1	2	3	4	4	5	6	7	8
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	1	2	3	3	4	5	6	7	8
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	1	2	3	3	4	5	6	7	8
52	7150	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	1	2	2	3	4	5	6	7	7
53	7243	7261	7259	7207	7275	7284	7292	7300	7308	7316	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	1	2	2	3	4	5	6	6	7

											Mean Differences								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7450	7466	7474	1	2	2	3	4	5	5	6	7
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	1	2	2	3	4	5	5	6	7
57	7559	7566	7574	7582	7580	7597	7604	7612	7619	7627	1	2	2	3	4	5	5	6	7
58	7634	7642	7619	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	1	1	2	3	4	4	5	6	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	1	1	2	3	4	4	5	6	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7829	7846	1	1	2	3	4	4	5	6	6
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	1	1	2	3	4	4	5	6	6
62	7924	7931	7938	7945	7952	7959	7966	7973	7980	7987	1	1	2	3	3	4	5	6	6
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	1	1	2	3	3	4	5	5	6
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	1	1	2	3	3	4	5	5	6
65	8129	8136	8142	8149	8156	8162	8169	8176	8182	8189	1	1	2	3	3	4	5	5	6
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	1	1	2	3	3	4	5	5	6
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	1	1	2	3	3	4	5	5	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8370	8382	1	1	2	3	3	4	4	5	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	1	1	2	2	3	4	4	5	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	1	1	2	2	3	4	4	5	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8548	8549	8555	8561	8567	1	1	2	2	3	4	4	5	5
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	1	1	2	2	3	4	4	5	5
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	1	1	2	2	3	4	4	5	5
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	1	1	2	2	3	4	4	5	5
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	1	1	2	2	3	3	4	5	5
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	1	1	2	2	3	3	4	5	5
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	1	1	2	2	3	3	4	4	5
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	1	1	2	2	3	3	4	4	5
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	1	1	2	2	3	3	4	4	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	1	1	2	2	3	3	4	4	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9138	1	1	2	2	3	3	4	4	5
82	9138	9148	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	1	1	2	2	3	3	4	4	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	1	1	2	2	3	3	4	4	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	1	1	2	2	3	3	4	4	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	1	1	2	2	3	3	4	4	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	1	1	2	2	3	3	4	4	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	0	1	1	2	2	3	3	4	4
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9480	0	1	1	2	2	3	3	4	4
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	0	1	1	2	2	3	3	4	4
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	0	1	1	2	2	3	3	4	4
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	0	1	1	2	2	3	3	4	4
92	9638	9642	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	0	1	1	2	2	3	3	4	4
93	9681	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	0	1	1	2	2	3	3	4	4
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	0	1	1	2	2	3	3	4	4
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	0	1	1	2	2	3	3	4	4
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9889	9863	0	1	1	2	2	3	3	4	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9890	9903	9908	0	1	1	2	2	3	3	4	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9980	9943	9948	9952	0	1	1	2	2	3	3	4	4
99	9956	9964	9963	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	0	1	1	2	2	3	3	4	4

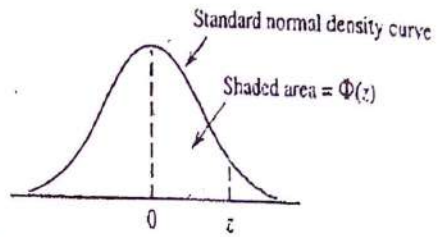
TABLE II
ANTI-LOGARITHMS

	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9										Mean Differences								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
50	3162	3170	3177	3184	3192	3199	3206	3214	3221	3228	1	1	2	3	4	4	5	6	7
51	3236	3243	3251	3258	3266	3273	3281	3289	3296	3304	1	2	2	3	4	5	5	6	7
52	3311	3319	3327	3334	3342	3350	3357	3365	3373	3381	1	2	2	3	4	5	5	6	7
53	3388	3396	3404	3412	3420	3428	3436	3443	3451	3459	1	2	2	3	4	5	6	6	7
54	3467	3475	3483	3491	3499	3508	3516	3524	3532	3540	1	2	2	3	4	5	6	6	7
55	3548	3558	3565	3572	3581	3589	3597	3600	3614	3622	1	2	2	3	4	5	6	6	7
56	3631	3639	3648	3656	3664	3673	3681	3690	3698	3707	1	2	3	3	4	5	6	7	8
57	3715	3724	3733	3741	3750	3758	3767	3776	3784	3793	1	2	3	3	4	5	6	7	8
58	3802	3811	3819	3828	3837	3846	3855	3864	3873	3882	1	2	3	4	4	5	6	7	8
59	3898	3899	3908	3917	3926	3936	3945	3954	3963	3972	1	2	3	4	5	5	6	7	8
60	3981	3990	3999	4009	4018	4027	4036	4048	4055	4064	1	2	3	4	5	6	6	7	8
61	4074	4083	4093	4102	4111	4128	4176	4140	4150	4159	1	2	3	4	5	6	7	8	9
62	4169	4178	4188	4198	4207	4217	4227	4236	4246	4256	1	2	3	4	5	6	7	8	9
63	4266	4276	4285	4295	4308	4315	4325	4335	4345	4355	1	2	3	4	5	6	7	8	9
64	4365	4375	4385	4385	4406	4416	4426	4436	4446	4457	1	2	3	4	5	6	7	8	9
65	4407	4477	4487	4498	4508	4519	4529	4539	4550	4560	1	2	3	4	5	6	7	8	9
66	4576	4581	4592	4603	4613	4624	4634	4615	4656	4667	1	2	3	4	5	6	7	9	10
67	4677	4688	4699	4710	4721	4732	4742	4753	4764	4775	1	2	3	4	5	7	8	9	10
68	4780	4797	4808	4819	4831	4842	4853	4864	4875	4887	1	2	3	4	6	7	8	9	10
69	4898	4909	4920	4932	4943	4955	4966	4977	4989	5000	1	2	3	5	6	7	8	9	10
70	5012	5023	5035	5047	5058	5070	5082	5093	5105	5117	1	2	4	5	6	7	8	9	11
71	5129	5140	5152	5164	5176	5188	5200	5212	5224	5230	1	2	4	5	6	7	8	10	11
72	5248	5260	5272	5284	5297	5309	5321	5333	5346	5358	1	2	4	5	6	7	9	10	11
73	5370	5383	5395	5408	5420	5433	5445	5458	5470	5483	1	3	4	5	6	8	9	10	11
74	5495	5506	5521	5534	5546	5559	5572	5585	5598	5610	1	3	4	5	6	8	9	10	12
75	5623	5636	5649	5662	5675	5680	5702	5715	5728	5741	1	3	4	5	7	8	9	10	12
76	5754	5768	5781	5794	5808	5821	5834	5848	5861	5875	1	3	4	5	7	8	9	11	12
77	5888	5902	5916	5929	5943	5957	5970	5984	5998	6012	1	3	4	5	7	8	10	11	12
78	6026	6039	6053	6067	6081	6095	6109	6124	6138	6152	1	3	4	6	7	8	10	11	13
79	6166	6180	6194	6209	6228	6237	6252	6266	6281	6295	1	3	4	6	7	9	10	11	13
80	6310	6324	6339	6353	6368	6383	6307	6412	6427	9442	1	3	4	6	7	9	10	12	13
81	6457	6471	6486	6501	6516	6531	6546	6561	6577	6592	2	3	5	6	8	9	11	12	14
82	6607	6622	6637	6653	6668	6683	6699	6714	6730	6745	2	3	5	6	8	9	11	12	14
83	6761	6776	6792	6808	6823	6839	6855	6871	6887	6902	2	3	5	6	8	9	11	13	14
84	6918	6934	6950	6966	6982	6998	7015	7031	7047	7063	2	3	5	6	8	10	11	13	15
85	7079	7096	7112	7129	7145	7161	7178	7194	7211	7228	2	3	5	7	8	10	12	13	15
86	7214	7261	7278	7295	7311	7328	7345	7362	7379	7396	2	3	5	7	8	10	12	13	15
87	7412	7430	7417	7464	7482	7499	7516	7534	7551	7568	2	3	5	7	9	10	12	14	16
88	7580	7603	7620	7638	7656	7674	7691	7709	7727	7745	2	4	5	7	9	11	12	14	16
89	7762	7780	7798	7816	7834	7852	7870	7889	7907	7925	2	4	5	7	9	11	13	14	16
90	7943	7982	7980	7998	8017	8035	8054	8072	8091	8110	2	4	6	7	9	11	13	15	17
91	8128	8147	8166	8185	8204	8222	8241	8260	8279	8290	2	4	6	8	9	11	13	15	17
92	8316	8337	8356	8375	8395	8411	8433	8453	8472	8492	2	4	6	8	10	12	14	15	17
93	8511	8531	8551	8570	8599	8610	8636	8650	8670	8690	2	4	6	8	10	12	14	16	18
94	8716	8720	8750	8770	8790	8810	8831	8851	8872	8892	2	4	6	8	10	12	15	17	19
95	8913	8933	8954	8974	8995	9016	9036	9057	9078	9099	2	4	6	8	10	12	15	17	19
96	9129	9141	9163	9188	9204	9226	9247	9268	9290	9311	2	4	6	8	11	13	15	17	19
97	9233	9354	9376	9397	9415	9441	9482	9484	9406	9538	2	4	7	9	11	13	15	17	20
98	9550	9522	9524	9616	9638	9661	9688	9705	9727	9750	2	4	7	9	11	13	16	18	20
99	9773	9795	9817	9849	9808	9888	9956	9931	9951	9977	2	5	7	9	11	14	16	18	20

											Mean Differences								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9
00	1000	1002	1006	1007	1009	1012	1014	1016	1019	1021	0	0	1	1	1	1	2	2	2
01	1023	1026	1028	1030	1033	1035	1038	1040	1042	1045	0	0	1	1	1	1	2	2	2
02	1047	1050	1052	1054	1057	1059	1062	1064	1067	1069	0	0	1	1	1	1	2	2	2
03	1072	1074	1076	1079	1081	1084	1086	1089	1091	1094	0	0	1	1	1	1	2	2	2
04	1090	1099	1102	1104	1107	1109	1112	1114	1117	1119	0	1	1	1	1	2	2	2	2
05	1122	1125	1127	1130	1132	1135	1138	1140	1148	1146	0	1	1	1	1	2	2	2	2
06	1148	1151	1153	1156	1159	1161	1164	1167	1169	1172	0	1	1	1	1	2	2	2	2
07	1175	1178	1180	1183	1186	1189	1191	1194	1197	1199	0	1	1	1	1	2	2	2	2
08	1202	1205	1208	1211	1213	1216	1219	1222	1225	1227	0	1	1	1	1	2	2	2	3
09	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1247	1250	1252	1256	0	1	1	1	1	2	2	2	3
10	1259	1262	1265	1268	1271	1274	1276	1279	1272	1285	0	1	1	1	1	2	2	2	3
11	1288	1291	1294	1297	1300	1303	1306	1309	1312	1315	0	1	1	1	2	2	2	2	3
12	1318	1321	1324	1327	1330	1334	1337	1340	1343	1346	0	1	1	1	2	2	2	2	3
13	1349	1352	1355	1358	1361	1365	1368	1371	1374	1377	0	1	1	1	2	2	2	3	3
14	1380	1384	1387	1390	1393	1396	1400	1403	1406	1409	0	1	1	1	2	2	2	3	3
15	1413	1416	1418	1422	1426	1429	1432	1435	1439	1442	0	1	1	1	2	2	2	3	3
16	1445	1449	1452	1455	1459	1462	1466	1469	1472	1476	0	1	1	1	2	2	2	3	3
17	1470	1483	1486	1489	1493	1496	1500	1503	1507	1510	0	1	1	1	2	2	2	3	3
18	1514	1517	1521	1524	1528	1531	1535	1538	1542	1545	0	1	1	1	2	2	2	3	3
19	1549	1552	1556	1560	1563	1567	1570	1574	1578	1581	0	1	1	1	2	2	3	3	3
20	1585	1589	1592	1596	1600	1603	1607	1611	1614	1618	0	1	1	1	2	2	3	3	3
21	1622	1626	1629	1633	1637	1641	1644	1648	1652	1656	0	1	1	2	2	2	3	3	3
22	1660	1663	1667	1671	1675	1679	1683	1687	1690	1694	0	1	1	2	2	2	3	3	3
23	1698	1702	1706	1710	1714	1718	1722	1726	1730	1734	0	1	1	2	2	2	3	3	4
24	1738	1742	1746	1750	1754	1758	1762	1766	1770	1774	0	1	1	2	2	2	3	3	4
25	1778	1782	1786	1791	1795	1799	1803	1807	1811	1816	0	1	1	2	2	2	3	3	4
26	1820	1824	1825	1832	1837	1841	1845	1849	1854	1858	0	1	1	2	2	3	3	3	4
27	1862	1866	1871	1875	1879	1884	1888	1892	1897	1901	0	1	1	2	2	3	3	3	4
28	1905	1910	1914	1919	1923	1928	1932	1936	1941	1945	0	1	1	2	2	3	3	4	4
29	1950	1954	1959	1963	1968	1972	1977	1982	1986	1991	0	1	1	2	2	3	3	4	4
30	1995	2000	2004	2009	2014	2018	2023	2028	2032	2037	0	1	1	2	2	3	3	4	4
31	2042	2046	2051	2056	2061	2065	2070	2075	2080	2084	0	1	1	2	2	3	3	4	4
32	2089	2094	2099	2104	2109	2113	2118	2123	2128	2133	0	1	1	2	2	3	3	4	4
33	2138	2143	2148	2153	2158	2163	2168	2173	2178	2183	0	1	1	2	2	3	3	4	4
34	2188	2193	2198	2203	2208	2213	2218	2223	2228	2234	1	1	2	2	3	3	4	4	5
35	2239	2244	2249	2254	2250	2265	2270	2275	2280	2286	1	1	2	2	3	3	4	4	5
36	2291	2296	2301	2307	2312	2317	2323	2328	2323	2339	1	1	2	2	3	3	4	4	5
37	2344	2350	2355	2360	2366	2371	2377	2382	2388	2393	1	1	2	2	3	3	4	4	5
38	2399	2404	2410	2415	2421	2427	2432	2435	2443	2449	1	1	2	2	3	3	4	4	5
39	2455	2460	2466	2472	2477	2483	2480	2495	2500	2506	1	1	2	2	3	3	4	4	5
40	2512	2518	2523	2529	2536	2541	2547	2553	2559	2564	1	1	2	2	3	4	4	4	5
41	2570	2576	2582	2588	2594	2600	2606	2612	2618	2624	1	1	2	2	3	4	4	4	5
42	2630	2636	2642	2649	2655	2661	2667	2673	2679	2685	1	1	2	2	3	4	4	4	5
43	2692	2698	2704	2710	2716	2723	2729	2785	2742	2748	1	1	2	3	3	4	4	4	5
44	2754	2761	2767	2773	2766	2786	2786	2798	2805	2812	1	1	2	3	3	4	4	4	5
45	2818	2825	2831	2808	2844	2851	2858	2868	2871	2877	1	1	2	3	3	4	4	4	5
46	2884	2891	2867	2904	2911	2917	2924	2931	2938	2944	1	1	2	3	3	4	4	4	5
47	2951	2958	2955	2972	2974	2985	2992	2999	3006	3013	1	1	2	3	3	4	4	4	5
48	3020	3027	3034	3043	3048	3035	3082	3069	3076	3083	1	1	2	3	4	4	4	4	5
49	3090	3097	3105	3112	3119	3126	3138	3141	3148	3155	1	1	2	3	4	4	4	4	5

Table A.3 Standard Normal Curve Areas

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



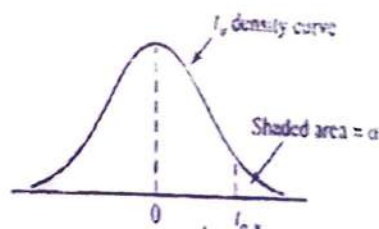
z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
-3.4	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002
-3.3	.0005	.0005	.0005	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003
-3.2	.0007	.0007	.0006	.0006	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005
-3.1	.0010	.0009	.0009	.0009	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007
-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.)

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

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

Table A.5 Critical Values for t Distributions α

ν	.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.9 Critical Values for F Distributions

		$\nu_1 = \text{numerator df}$								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
$\nu_2 = \text{denominator df}$	α									
	1	.100	39.86	49.50	53.59	55.83	57.24	58.20	58.91	59.44
.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)

P.T.O.

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

		$\nu_1 = \text{numerator df}$									
		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.)

α		$\nu_1 = \text{numerator df}$								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
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.)

$\nu_1 = \text{numerator df}$

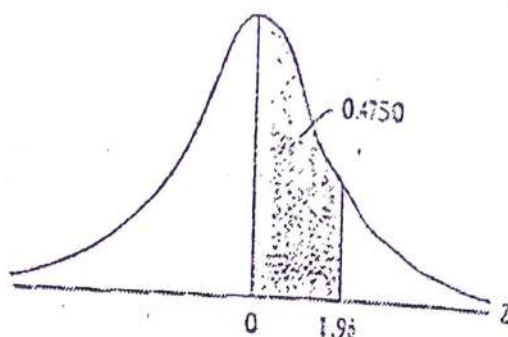
10	12	15	20	25	30	40	50	60	120	1000
1.87	1.82	1.77	1.72	1.68	1.66	1.63	1.61	1.59	1.56	1.52
2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.84	1.82	1.77	1.72
3.13	2.99	2.85	2.70	2.60	2.54	2.45	2.40	2.36	2.27	2.18
4.56	4.31	4.06	3.79	3.63	3.52	3.37	3.28	3.22	3.06	2.91
1.86	1.81	1.76	1.71	1.67	1.65	1.61	1.59	1.58	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

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	.0635	.0675	.0714	.0753
0.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
0.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
0.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
0.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
0.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
0.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
0.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
0.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4908	.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	.4985	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990

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

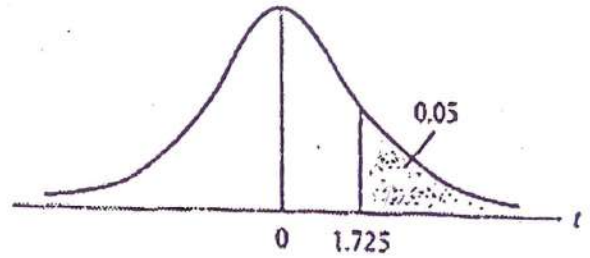
TABLE D.2 PERCENTAGE POINTS OF THE *t* DISTRIBUTION

Example

$Pr(t > 2.086) = 0.025$

$Pr(t > 1.725) = 0.05$ for $df = 20$

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



df	Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
		0.50	0.20	0.10	0.05	0.02	0.010	0.002
1		1.000	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31
2		0.816	1.686	2.920	4.303	6.965	9.925	22.327
3		0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.214
4		0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173
5		0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893
6		0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208
7		0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785
8		0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501
9		0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297
10		0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144
11		0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025
12		0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930
13		0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852
14		0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787
15		0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733
16		0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686
17		0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646
18		0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610
19		0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579
20		0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552
21		0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527
22		0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505
23		0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485
24		0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467
25		0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450
26		0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435
27		0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421
28		0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408
29		0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396
30		0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385
40		0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307
60		0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232
120		0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160
∞		0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090

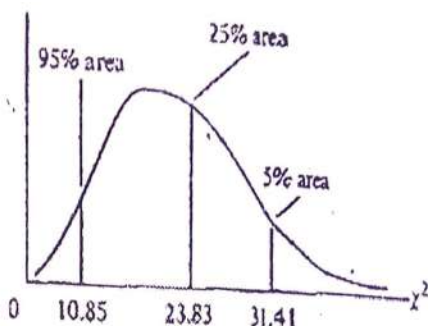
Note: The smaller probability shown at the head of each column is the area in one tail; the larger probability is the area in both tails.

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

TABLE D.4 UPPER PERCENTAGE POINTS OF THE χ^2 DISTRIBUTION

Example

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



Degrees of freedom \ Pr	.395	.990	.975	.950	.900
1	392704×10^{-10}	157088×10^{-9}	982069×10^{-9}	333214×10^{-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	.575727	.72085	1.237347	1.63539	2.20413
7	.689265	1.039043	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	3.07362	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	11.6503
20	7.43356	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	29.0506
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 $\sqrt{2k^2} - \sqrt{(2k-1)} = Z$ 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	2.77239	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	14.9602
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
4.25495	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	15.9809	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	39.9953
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	31.5294	35.7412	40.1133	43.1944	46.9530	49.6449
22.6572	27.3363	32.6205	37.9159	41.3372	44.4607	48.2762	50.9933
23.5666	28.3362	33.7109	39.0875	42.5569	45.7222	49.5979	52.3356
24.4776	29.3360	34.7998	40.2580	43.7729	46.9792	50.8922	53.6720
33.6603	39.3354	45.6160	51.8050	55.7595	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 6, 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	0.910	1.400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.700	1.350	0.457	1.295	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.703	1.332	0.558	1.777	0.363	2.267	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.924	1.330	0.623	1.693	0.455	2.125	0.295	2.553	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.875	1.320	0.697	1.641	0.525	2.015	0.376	2.414	0.243	2.822	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.927	1.324	0.658	1.634	0.595	1.928	0.444	2.263	0.318	2.645	0.203	3.055	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.971	1.331	0.612	1.679	0.658	1.854	0.512	2.177	0.379	2.505	0.268	2.832	0.171	3.149	—	—	—	—	—	—
13	1.010	1.340	0.661	1.662	0.715	1.815	0.574	2.094	0.445	2.330	0.328	2.992	0.230	2.955	0.147	3.256	—	—	—	—
14	1.048	1.360	0.695	1.651	0.767	1.779	0.632	2.030	0.505	2.298	0.389	2.972	0.285	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	0.231	2.979	0.175	3.216	0.111	3.453
16	1.106	1.371	0.982	1.539	0.857	1.728	0.734	1.939	0.615	2.157	0.502	2.368	0.398	2.624	0.264	2.860	0.222	3.090	0.155	3.304
17	1.133	1.381	1.015	1.535	0.897	1.710	0.779	1.900	0.664	2.104	0.554	2.318	0.451	2.537	0.330	2.757	0.272	2.975	0.198	3.184
18	1.158	1.391	1.046	1.535	0.933	1.695	0.820	1.872	0.710	2.060	0.603	2.257	0.502	2.451	0.407	2.657	0.321	2.973	0.244	3.073
19	1.186	1.401	1.074	1.536	0.967	1.683	0.859	1.848	0.752	2.033	0.649	2.205	0.549	2.396	0.456	2.559	0.369	2.933	0.290	2.974
20	1.201	1.411	1.103	1.537	0.996	1.676	0.894	1.828	0.792	1.991	0.692	2.162	0.595	2.330	0.502	2.521	0.416	2.904	0.338	2.855
21	1.221	1.420	1.129	1.538	1.026	1.669	0.927	1.812	0.829	1.954	0.732	2.124	0.637	2.290	0.547	2.480	0.461	2.833	0.380	2.805
22	1.238	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	0.585	2.437	0.504	2.811	0.424	2.734
23	1.257	1.437	1.168	1.543	1.076	1.660	0.986	1.785	0.895	1.920	0.804	2.061	0.715	2.208	0.623	2.390	0.548	2.814	0.465	2.670
24	1.273	1.446	1.186	1.546	1.101	1.656	1.013	1.775	0.925	1.902	0.837	2.035	0.751	2.174	0.660	2.316	0.584	2.834	0.508	2.613
25	1.283	1.454	1.206	1.551	1.123	1.654	1.038	1.767	0.953	1.886	0.868	2.012	0.784	2.144	0.700	2.260	0.621	2.819	0.544	2.560
26	1.292	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	2.819	0.581	2.512
27	1.316	1.468	1.240	1.556	1.162	1.651	1.084	1.750	1.004	1.861	0.925	1.974	0.845	2.093	0.767	2.216	0.691	2.820	0.616	2.470
28	1.326	1.476	1.255	1.560	1.181	1.650	1.104	1.747	1.026	1.850	0.951	1.958	0.874	2.071	0.794	2.185	0.723	2.820	0.650	2.431
29	1.341	1.483	1.270	1.563	1.199	1.650	1.124	1.743	1.050	1.841	0.975	1.944	0.900	2.052	0.825	2.164	0.753	2.820	0.682	2.399
30	1.352	1.489	1.284	1.567	1.214	1.650	1.143	1.739	1.071	1.833	0.999	1.931	0.925	2.034	0.854	2.141	0.782	2.821	0.712	2.363
31	1.363	1.495	1.297	1.570	1.223	1.650	1.160	1.735	1.090	1.825	1.020	1.920	0.950	2.016	0.875	2.120	0.810	2.822	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	2.823	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	2.824	0.795	2.281
34	1.393	1.514	1.333	1.580	1.271	1.652	1.208	1.728	1.144	1.806	1.080	1.891	1.015	1.979	0.950	2.069	0.885	2.825	0.821	2.257
35	1.402	1.519	1.345	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	2.826	0.845	2.236
36	1.411	1.525	1.354	1.587	1.295	1.654	1.235	1.724	1.175	1.799	1.114	1.877	1.050	1.957	0.991	2.041	0.930	2.827	0.863	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	2.828	0.881	2.195
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	2.829	0.902	2.180
39	1.435	1.540	1.382	1.597	1.328	1.656	1.273	1.722	1.218	1.789	1.161	1.859	1.104	1.932	1.047	2.007	0.990	2.830	0.922	2.164
40	1.442	1.544	1.391	1.600	1.338	1.656	1.285	1.721	1.230	1.788	1.175	1.854	1.120	1.924	1.064	1.997	1.008	2.831	0.943	2.148
45	1.475	1.569	1.433	1.615	1.363	1.655	1.325	1.720	1.287	1.770	1.238	1.835	1.159	1.895	1.109	1.958	1.049	2.832	1.033	2.059
50	1.503	1.585	1.462	1.628	1.421	1.674	1.376	1.721	1.335	1.771	1.291	1.822	1.246	1.875	1.201	1.930	1.106	1.996	1.110	2.044
55	1.528	1.601	1.490	1.641	1.452	1.681	1.414	1.724	1.374	1.765	1.334	1.814	1.294	1.861	1.253	1.909	1.212	1.980	1.110	2.040
60	1.549	1.618	1.514	1.652	1.480	1.680	1.444	1.727	1.406	1.767	1.372	1.809	1.335	1.850	1.293	1.894	1.250	1.970	1.222	1.934
65	1.567	1.623	1.535	1.662	1.503	1.685	1.471	1.731	1.438	1.767	1.404	1.805	1.370	1.843	1.336	1.882	1.281	1.955	1.265	1.884
70	1.583	1.641	1.554	1.672	1.525	1.703	1.494	1.735	1.464	1.765	1.433	1.802	1.401	1.837	1.359	1.873	1.317	1.941	1.305	1.834
75	1.599	1.652	1.571	1.680	1.543	1.709	1.515	1.739	1.487	1.770	1.458	1.801	1.425	1.834	1.359	1.867	1.349	1.931	1.331	1.825
80	1.611	1.652	1.585	1.686	1.560	1.715	1.534	1.743	1.507	1.772	1.480	1.801	1.453	1.831	1.425	1.851	1.367	1.921	1.359	1.825
85	1.624	1.671	1.600	1.695	1.575	1.721	1.550	1.747	1.525	1.774	1.500	1.801	1.474	1.829	1.443	1.857	1.423	1.896	1.385	1.813
90	1.635	1.670	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	1.403	1.809
95	1.645	1.667	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	1.422	1.803
100	1.654	1.664	1.634	1.715	1.613	1.738	1.592	1.758	1.571	1.780	1.559	1.803	1.528	1.828	1.506	1.850	1.484	1.874	1.442	1.803
150	1.722	1.745	1.700	1.760	1.693	1.774	1.679	1.789	1.665	1.802	1.651	1.817	1.637	1.832	1.622	1.847	1.606	1.862	1.624	1.817
200	1.755	1.776	1.736	1.779	1.733	1.789	1.723	1.810	1.718	1.820	1.707	1.831	1.697	1.841	1.690	1.852	1.675	1.862	1.695	1.814

n	K = 11		K = 12		K = 13		K = 14		K = 15		K = 16		K = 17		K = 18		K = 19		K = 20	
	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U	d_L	d_U
16	0.098	3.523	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.138	3.376	0.087	3.557	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0.177	3.255	0.123	3.441	0.078	3.603	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0.220	3.159	0.160	3.335	0.111	3.495	0.070	3.642	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	0.263	3.093	0.200	3.234	0.145	3.395	0.100	3.542	0.063	3.678	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
21	0.307	2.976	0.240	3.141	0.182	3.300	0.132	3.446	0.091	3.553	0.055	3.709	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.348	2.897	0.281	3.057	0.220	3.211	0.166	3.359	0.120	3.495	0.083	3.612	0.059	3.731	—	—	—	—	—	—
23	0.351	2.826	0.322	2.979	0.259	3.128	0.202	3.272	0.153	3.409	0.110	3.539	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	2.963	0.275	3.118	0.221	3.251	0.172	3.376	0.130	3.484	0.094	3.604	0.065	3.702	0.041	3.797
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	3.423	0.120	3.531	0.087	3.632	0.050	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	0.151	3.349	0.149	3.460	0.112	3.563	0.061	3.656
28	0.573	2.555	0.510	2.680	0.445	2.805	0.383	2.928	0.323	3.050	0.271	3.168	0.202	3.283	0.178	3.392	0.138	3.495	0.104	3.552
29	0.612	2.515	0.544	2.634	0.478	2.755	0.418	2.874	0.359	2.992	0.305	3.107	0.234	3.219	0.204	3.327	0.168	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	0.265	3.150	0.238	3.265	0.195	3.365	0.155	3.465
31	0.674	2.443	0.608	2.553	0.545	2.665	0.484	2.776	0.425	2.857	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	0.578	2.625	0.515	2.733	0.457	2.840	0.401	2.945	0.349	3.050	0.299	3.153	0.252	3.252	0.211	3.346
33	0.731	2.382	0.668	2.484	0.609	2.589	0.546	2.692	0.488	2.796	0.432	2.899	0.379	3.000	0.329	3.103	0.283	3.198	0.233	3.293
34	0.758	2.355	0.695	2.454	0.634	2.554	0.575	2.654	0.519	2.754	0.462	2.854	0.409	2.954	0.359	3.051	0.312	3.147	0.267	3.240
35	0.783	2.330	0.722	2.425	0.662	2.521	0.604	2.619	0.547	2.718	0.492	2.813	0.432	2.910	0.388	3.005	0.340	3.093	0.275	3.193
36	0.808	2.306	0.748	2.398	0.689	2.492	0.631	2.586	0.575	2.684	0.520	2.774	0.467	2.865	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	2.648	0.548	2.738	0.495	2.829	0.445	2.926	0.397	3.009	0.351	3.097
38	0.854	2.265	0.796	2.351	0.739	2.438	0.683	2.525	0.628	2.614	0.575	2.703	0.522	2.792	0.472	2.883	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	2.923	0.404	3.013
40	0.896	2.228	0.840	2.309	0.785	2.391	0.731	2.473	0.679	2.557	0.626	2.641	0.575	2.724	0.525	2.823	0.477	2.892	0.430	2.974
45	0.988	2.156	0.938	2.225	0.887	2.293	0.838	2.367	0.798	2.419	0.740	2.512	0.602	2.595	0.644	2.739	0.538	2.733	0.533	2.837
50	1.054	2.103	1.019	2.163	0.973	2.225	0.927	2.287	0.852	2.350	0.826	2.414	0.702	2.479	0.747	2.544	0.703	2.610	0.595	2.875
55	1.123	2.062	1.087	2.116	1.045	2.179	1.003	2.225	0.951	2.281	0.919	2.339	0.777	2.395	0.806	2.454	0.735	2.512	0.794	2.871
60	1.184	2.031	1.145	2.079	1.106	2.127	1.068	2.177	1.023	2.227	0.990	2.278	0.851	2.330	0.813	2.382	0.874	2.434	0.835	2.837
65	1.231	2.005	1.195	2.043	1.160	2.093	1.124	2.138	1.086	2.183	1.052	2.229	0.916	2.276	0.860	2.323	0.944	2.371	0.908	2.819
70	1.272	1.985	1.235	2.026	1.206	2.066	1.172	2.106	1.139	2.148	1.105	2.189	0.972	2.232	0.938	2.275	1.005	2.318	0.971	2.782
75	1.308	1.970	1.277	2.006	1.247	2.043	1.215	2.080	1.184	2.118	1.152	2.156	1.021	2.195	1.000	2.235	1.058	2.275	1.027	2.745
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	1.065	2.185	1.035	2.201	1.108	2.238	1.075	2.735
85	1.369	1.945	1.342	1.977	1.315	2.009	1.287	2.043	1.250	2.073	1.220	2.106	1.095	2.159	1.107	2.172	1.149	2.205	1.121	2.711
90	1.395	1.937	1.369	1.968	1.344	1.995	1.318	2.029	1.282	2.055	1.250	2.085	1.124	2.116	1.133	2.148	1.187	2.179	1.160	2.711
95	1.418	1.927	1.394	1.958	1.370	1.984	1.343	2.012	1.321	2.040	1.295	2.068	1.271	2.097	1.247	2.126	1.222	2.150	1.197	2.155
100	1.439	1.923	1.416	1.948	1.393	1.974	1.371	2.000	1.347	2.028	1.324	2.063	1.301	2.090	1.277	2.108	1.253	2.135	1.223	2.164
150	1.579	1.892	1.504	1.908	1.550	1.924	1.505	1.940	1.519	1.955	1.504	1.972	1.489	1.989	1.474	2.005	1.458	2.023	1.443	2.040
200	1.654	1.885	1.643	1.895	1.632	1.908	1.621	1.919	1.610	1.931	1.599	1.943	1.588	1.955	1.576	1.967	1.565	1.979	1.554	1.991

Source: This table is an extension of the original Durbin-Watson table and is reproduced from N. B. 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. 1969-98 and as corrected by R. W. Farebrother, *Econometrica*, vol. 48, September 1980, p. 1554. Reprinted by permission of the Econometric Society.

Note: n = number of observations, K = number of explanatory variables excluding the constant term.

EXAMPLE

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	0.330	1.142	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.435	1.035	0.294	1.675	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.497	1.003	0.345	1.469	0.229	2.102	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.554	0.958	0.408	1.389	0.279	1.875	0.183	2.433	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.604	1.001	0.466	1.303	0.340	1.733	0.230	2.193	0.150	2.606	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.653	1.010	0.519	1.297	0.385	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	2.290	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	0.775	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	3.257	—	—
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	0.064	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	2.684	0.142	2.944	0.084	3.321
17	0.874	1.102	0.772	1.255	0.672	1.432	0.574	1.630	0.483	1.847	0.393	2.078	0.313	2.319	0.241	2.565	0.179	2.801	0.127	3.193
18	0.902	1.116	0.805	1.259	0.708	1.422	0.613	1.604	0.522	1.800	0.435	2.015	0.355	2.238	0.282	2.457	0.215	2.691	0.169	2.995
19	0.928	1.132	0.835	1.265	0.742	1.415	0.650	1.584	0.561	1.757	0.476	1.963	0.396	2.169	0.322	2.381	0.255	2.637	0.192	2.918
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	2.336	0.294	2.570	0.232	2.774
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	2.058	0.400	2.244	0.331	2.494	0.268	2.725
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	2.166	0.368	2.387	0.304	2.598
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	2.338	0.340	2.479
24	1.037	1.199	0.960	1.298	0.882	1.407	0.805	1.528	0.728	1.656	0.652	1.797	0.578	1.944	0.507	2.057	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	2.382
26	1.072	1.222	1.001	1.312	0.928	1.411	0.855	1.519	0.783	1.635	0.711	1.759	0.640	1.889	0.572	2.025	0.505	2.158	0.441	2.318
27	1.088	1.233	1.019	1.319	0.949	1.413	0.876	1.515	0.808	1.626	0.730	1.743	0.669	1.867	0.602	1.997	0.536	2.131	0.473	2.259
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	2.093	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	1.716	0.720	1.830	0.658	1.947	0.595	2.059	0.533	2.153
30	1.133	1.263	1.070	1.339	1.005	1.421	0.941	1.511	0.877	1.605	0.812	1.707	0.748	1.814	0.684	1.925	0.622	2.041	0.562	2.130
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	1.905	0.649	2.017	0.589	2.101
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	1.786	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	2.067
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	1.665	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	0.859	1.815	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	0.824	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	0.841	1.875	0.793	1.956
45	1.268	1.376	1.245	1.423	1.201	1.474	1.156	1.528	1.111	1.584	1.055	1.643	1.019	1.704	0.974	1.768	0.927	1.854	0.851	1.932
50	1.324	1.400	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	1.836	0.915	1.904
55	1.359	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	1.795	1.018	1.887
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	1.105	1.771	1.042	1.887
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	1.185	1.720	1.153	1.751	1.100	1.882
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	1.182	1.754	1.122	1.882
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	1.743	1.149	1.882
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	1.257	1.745	1.182	1.882
85	1.482	1.528	1.456	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	1.745	1.212	1.882
90	1.496	1.540	1.474	1.563	1.452	1.587	1.429	1.611	1.409	1.636	1.383	1.661	1.360	1.687	1.338	1.714	1.312	1.741	1.238	1.882
95	1.510	1.552	1.489	1.573	1.468	1.596	1.446	1.618	1.425	1.642	1.403	1.665	1.381	1.690	1.358	1.715	1.336	1.741	1.263	1.882
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	1.288	1.882
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	1.755	1.469	1.882
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	1.511	1.882

n	K=11		K=12		K=13		K=14		K=15		K=16		K=17		K=18		K=19		K=20	
	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U	d _L	d _U
16	0.050	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	3.287	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	3.292	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	3.101	0.116	3.274	0.085	3.410	0.060	3.538	0.039	3.657	0.025	3.768
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	0.038	3.582
27	0.413	2.409	0.356	2.552	0.303	2.684	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	3.592
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	0.053	3.524
29	0.474	2.321	0.417	2.451	0.363	2.592	0.313	2.713	0.266	2.843	0.222	2.972	0.182	3.098	0.145	3.220	0.114	3.336	0.087	3.450
30	0.503	2.283	0.447	2.407	0.393	2.553	0.342	2.659	0.294	2.775	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	2.517	0.371	2.609	0.322	2.730	0.277	2.851	0.234	2.970	0.195	3.087	0.160	3.201	0.128	3.311
32	0.558	2.216	0.503	2.330	0.450	2.484	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	2.456	0.426	2.520	0.377	2.633	0.331	2.746	0.287	2.858	0.246	2.969	0.209	3.078	0.174	3.184
34	0.610	2.160	0.558	2.266	0.503	2.433	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	2.410	0.478	2.444	0.430	2.550	0.380	2.655	0.339	2.761	0.297	2.865	0.257	2.959	0.221	3.071
36	0.658	2.113	0.605	2.210	0.554	2.390	0.504	2.410	0.455	2.512	0.409	2.614	0.364	2.717	0.322	2.818	0.282	2.918	0.244	3.019
37	0.680	2.092	0.628	2.186	0.578	2.372	0.529	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	2.356	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	2.337	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	2.320	0.597	2.297	0.551	2.386	0.506	2.478	0.461	2.566	0.418	2.657	0.377	2.748	0.338	2.838
45	0.835	1.972	0.790	2.044	0.744	2.113	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	2.651
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	0.565	2.318	0.625	2.387	0.566	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	1.954	0.929	2.015	0.893	2.067	0.857	2.120	0.822	2.173	0.785	2.227	0.751	2.283	0.716	2.338
65	1.087	1.845	1.053	1.883	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	0.860	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	1.056	1.954	1.039	2.022	1.011	2.059	0.983	2.097	0.955	2.135
85	1.236	1.803	1.210	1.831	1.184	1.866	1.158	1.896	1.132	1.931	1.106	1.985	1.080	1.999	1.053	2.033	1.027	2.068	1.000	2.104
90	1.264	1.796	1.240	1.827	1.215	1.855	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	1.925	1.174	1.934	1.150	1.963	1.126	1.996	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	1.835	1.507	1.847	1.495	1.860	1.484	1.871	1.474	1.883	1.462	1.895

Note: n = number of observations

K = number of explanatory variables excluding the constant term.

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