[This question paper contains 20 printed pages.]

Your Roll No.....

Sr. No. of Question Paper : 1921 F

Unique Paper Code : 2274001202

Name of the Paper : Basic Statistics for Economics

Name of the Course : **B.A. (Prog.) GE**

Semester : II

Duration : 3 Hour Maximum Marks : 90

Instructions for Candidates

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

1921

छात्रों के लिए निर्देश

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

2. प्रत्येक खंड के सभी प्रश्नों के उत्तर पत्रक पर सन्निहित तरीके से दीजिये । प्रत्येक प्रश्न को एक नए पृष्ठ पर प्रारंभ कीजिये, और एक प्रश्न के सभी उपभागों को एक के बाद एक अनुसरण कीजिये ।

3. सभी मध्यवर्ती गणनाओं को 3 दशमल्व स्थानों तक पूर्णांकित किया जाना चाहिए । सांख्यिकीय तालिकाओं में प्रदान किए गए मानों को गोल नहीं किया जाना चाहिए । सभी अंतिम गणनाओं को दो दशमलव स्थानों तक पूर्णांकित किया जाना चाहिए ।

4. एक साधारण मैर-प्रोग्रामेबल कैलकुलेटर के उपयोग की अनुमति है।

5. सांख्यिकीय टेबल आपके संदर्भ के लिए संलग्न हैं ।

6. सभी गणनाओं में, आंकड़ों को दो दशमलव स्थानों पर गोल किया जाना चाहिए ।

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

SECTION I

Do any **three** *questions.*

किन्हीं **तीन** *प्रश्नों का उत्तर दीजिये ।*

1. (a) Explain the following :

(i) Measure of reliability

(ii) Stratified random sampling

(b) Calculate range, variance, standard deviation and coefficient of variation for the following data :

22, 25, 23, 20, 24 (5+5)

(अ) निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए :

(i) विश्वसनीयता का माप

(ii) स्तरीकृत यादृच्छिक नमूनाकरण

(ब) निम्नलिखित डेटा के लिए सीमा, भिन्नता, मानक विचलन और भिन्नता के गुणांक की गणना कीजिए :

22, 25, 23, 20, 24

2. (a) Explain how the mean compares to the median for a distribution as follows:

(i) Skewed to the right

(ii) Symmetric

(b) Explain the following methods of graphical display. Also mention their use in describing quantitative data.

(i) Dot plot

(ii) Histogram (5+5)

(अ) समझाएं कि वितरण के लिए औसत माध्यिका की तुलना कैसे करता है :

(i) दाईं ओर तिरछा

(ii) सममित

(ब) ग्राफिकल डिस्प्ले के निम्नलिखित तरीकों की व्याख्या कीजिए । मात्रात्मक डेटा का वर्णन करने में उनके उपयोग का भी उल्लेख कीजिए ।

(i) डॉट प्लॉट

(ii) हिस्टोग्राम

3. (a) Consider the following sample of five measurement :

3, 2, 2, 1, 4.

(i) Calculate the range, variance (s^2), and standard deviation (s).

(ii) Add 3 to each measurement and repeat part (a).

(b) Explain elements of Descriptive statistical problems (5+5)

(अ) पाँच मापों के निम्नलिखित नमूने पर विचार कीजिए :

3, 2, 2, 1, 4

(i) श्रेणी, प्रसरण (s^2) और मानक विचलन (s) की गणना कीजिए ।

(ii) प्रत्येक माप में 3 जोड़ें और भाग (a) को दोहराएं ।

(ब) वर्णनात्मक सांख्यिकीय समस्याओं के तत्वों की व्याख्या कीजिए ।

4. (a) The output from a statistical software package indicates that the mean and standard deviation of a data set consisting of 300 measurements are Rs. 1200 and Rs. 200, respectively.

(i) What can be said about the number of measurements between Rs. 1000 and Rs.1400?

(ii) What can be said about the number of measurements between Rs. 1200 and Rs. 1600?

(b) Calculate the mean, median and mode for each of the following samples :

(i) 8, –1, 4, 4, 1, 5

(ii) 3, 4, 6, 4, 3, 4, 5, 4, 6, 2, 3, 4, 5 (5+5)

(अ) एक सांख्यिकीय सॉफ्टवेयर पैकेज से आउटपुट इंगित करता है कि 300 मापों वाले डेटा सेट का औसत और मानक विचलन क्रमशः 1200 रुपये और 200 रुपये है ।

(i) 1000 रुपये और 1400 रुपये के बीच माप की संख्या के बारे में क्या कहा जा सकता है?

(ii) 1200 रुपये और 1600 रुपये के बीच माप की संख्या के बारे में क्या कहा जा सकता है?

(ब) निम्नलिखित नमूनों में से प्रत्येक के लिए माध्य, माध्यिका और मोड की गणना कीजिए :

(i) 8, –1, 4, 4, 1, 5

(ii) 3, 4, 6, 4, 3, 4, 5, 4, 6, 2, 3, 4, 5

SECTION II

Do any **two** *questions.*

किन्हीं **दो** *प्रश्नों का उत्तर दीजिये ।*

5. (a) Many undergraduate students in India study abroad as part of their education. Assume that 60% of the undergraduate students who study abroad are female and that 49% of the undergraduate students who do not study abroad are female. Given a female undergraduate student, what is the probability that she studies abroad?

(b) In a random sample of 106 social robots, 63 were built with legs only, 20 with wheels only, 8 with both legs and wheels, and 15 with neither legs nor wheels. If a social robot is designed with wheels, what is the probability that the robot also has legs? (5+5)

(अ) भारत में कई स्नातक छात्र अपनी शिक्षा के हिस्से के रूप में विदेश में अध्ययन करते हैं । मान लें कि विदेशों में अध्ययन करने वाले स्नातक छात्रों में से 60% महिलाएं हैं और विदेश में अध्ययन नहीं करने वाले स्नातक छात्रों में से 49% महिलाएं हैं। एक महिला स्नातक छात्र को देखते हुए, इसकी क्या प्रायिकता है कि वह विदेश में पढ़ती है?

(ब) 106 सामाजिक रोबोटों के एक यादृच्छिक नमूने में, 63 केवल पैरों के साथ बनाए गए थे, 20 केवल पहियों के साथ, 8 दोनों पैरों और पहियों के साथ, और 15 न तो पैरों और न ही पहियों के साथ । यदि एक सामाजिक रोबोट को पहियों के साथ डिजाइन किया गया है, तो इसकी क्या प्रायिकता है कि रोबोट के पैर भी होंगे?

6. (a) An ambulance station has one vehicle and two demand locations, A and B. The probability that the ambulance can travel to a location in under 8 minutes is .58 for location A and .42 for location B. The probability that the ambulance is busy at any point in time is 0.3.

(i) Find the probability that emergency service can meet the demand for an ambulance at location A.

(ii) Find the probability that emergency service can meet the demand for an ambulance at location B.

(b) A survey of magazine subscribers showed that 45.8% rented a car during the past 12 months for business reasons, 54% rented a car during the past 12 months for personal reasons, and 30% rented a car during the past 12 months for both business and personal reasons.

(i) What is the probability that a subscriber rented a car during the past 12 months for business or personal reasons?

(ii) What is the probability that a subscriber did not rent a car during the past 12 months for either business or personal reasons? (5+5)

(अ) एक एम्बुलेंस स्टेशन में एक वाहन और दो मांग स्थान हैं, ए और बी। संभावना है कि एम्बुलेंस 8 मिनट के भीतर एक स्थान पर यात्रा कर सकती है वह स्थान ए के लिए .58 और स्थान बी के लिए .42 है। 0.3 संभावना है कि एंबुलेंस किसी भी समय व्यस्त है।

(i) इस बात की प्रायिकता ज्ञात कीजिए कि आपातकालीन सेवा स्थान A पर एंबुलेंस की मांग को पूरा कर सकती है।

(ii) इस बात की प्रायिकता जात कीजिए कि आपातकालीन सेवा स्थान B पर एंबुलेंस की मांग को पूरा कर सकती है।

(ब) पत्रिका ग्राहकों के एक सर्वेक्षण से पता चला है कि पिछले 12 महीनों के दौरान 45.8% ने व्यावसायिक कारणों से एक कार किराए पर ली, 54% ने व्यक्तिगत कारणों से पिछले 12 महीनों के दौरान एक कार किराए पर ली, और 30% ने पिछले 12 महीनों के दौरान व्यावसायिक और व्यक्तिगत दोनों कारणों से एक कार किराए पर ली।

(i) इसकी क्या प्रायिकता है कि एक ग्राहक ने व्यवसाय या व्यक्तिगत कारणों से पिछले 12 महीनों के दौरान एक कार किराए पर ली है?

(ii) इसकी क्या प्रायिकता है कि ग्राहक ने पिछले 12 महीनों के दौरान व्यवसाय या व्यक्तिगत कारणों से कार किराए पर नहीं ली है?

7. (a) Suppose that a particular NBA player makes 93% of his free throws. Assume that late in a basketball game, this player is fouled and is awarded two shots.

(i) What is the probability that he will make both shots?

(ii) What is the probability that he will make at least one shot?

(b) All firms that use diversity training, 38% state that their primary reason for using it is to stay competitive.

(i) What is the probability that in a sample of two firms that use diversity training, both primarily use it to stay competitive?

(ii) What is the probability that in a sample of 10 firms that use diversity training, all 10 primarily use it to stay competitive? (5+5)

(अ) मान लीजिए कि एक विशेष एनबीए खिलाड़ी अपने फ्री थ्रो का 93% बनाता है। मान लें कि एक बास्केटबॉल खेल के अंत में, इस खिलाड़ी को फाउल कर दिया जाता है और उसे दो शॉट दिए जाते हैं।

(i) इसकी क्या प्रायिकता है कि वह दोनों शॉट लगाएगा?

(ii) इसकी क्या प्रायिकता है कि वह कम से कम एक शॉट लगाएगा?

(ब) सभी कंपनियां विविधता प्रशिक्षण का उपयोग करती हैं। 38% बताती हैं कि इसका उपयोग करने का उनका प्राथमिक कारण प्रतिस्पर्धी बने रहना है।

(i) विविधता प्रशिक्षण का उपयोग करने वाली दो फर्मों के नमूने में इसकी क्या संभावना है कि, दोनों मुख्य रूप से प्रतिस्पर्धी बने रहने के लिए इसका उपयोग करती हैं?

(ii) विविधता प्रशिक्षण का उपयोग करने वाली 10 फर्मों के नमूने में, सभी 10 मुख्य रूप से प्रतिस्पर्धी बने रहने के लिए इसका उपयोग करने की क्या संभावना है?

SECTION III

Do any **two** *questions.*

किन्हीं **दो** *प्रश्नों का उत्तर दीजिये।*

8. (a) An NGO conducts a survey to enquire about technology usage among senior citizens. The survey reveals that 30% of senior citizens use technology intensive devices such computers, laptops, smartphones, etc. Assuming that the no. of senior citizens who use technology, X is a Binomial Random Variable, if 15 senior citizens were surveyed, answer the following (Use Binomial Probabilities table if needed):

(i) Probability that a maximum of 2 senior citizens use technology intensive devices.

(ii) Probability that exactly 5 senior citizens use technology intensive devices.

(b) It is given that railway fare, X is a random variable which follows Normal Distribution with a mean value of Rs. 385/ticket and standard deviation of Rs. 110. Given the above, answer the following using Normal Distribution Table :

(i) Probability that railway fare is Rs. 250 or Less

(ii) Minimum Price of the top 3% most expensive fares (5+5)

(अ) एक गैर सरकारी संगठन वरिष्ठ नागरिकों के बीच प्रौद्योगिकी के उपयोग के बारे में पूछताछ करने के लिए एक सर्वेक्षण आयोजित करता है। सर्वेक्षण से पता चलता है कि 30% वरिष्ठ नागरिक प्रौद्योगिकी गहन उपकरणों जैसे कंप्यूटर, लैपटॉप, स्मार्टफोन आदि का उपयोग करते हैं। प्रौद्योगिकी का उपयोग करने वाले वरिष्ठ नागरिकों में, X द्विपद यादृच्छिक चर है, यदि 15 वरिष्ठ नागरिकों का सर्वेक्षण किया गया था, तो निम्नलिखित का उत्तर दीजिये (यदि आवश्यक हो तो द्विपद संभाव्यता तालिका का उपयोग कीजिए) :

(i) क्या संभावना है कि अधिकतम 2 वरिष्ठ नागरिक प्रौद्योगिकी गहन उपकरणों का उपयोग करते हैं?

(ii) क्या संभावना है कि वास्तव में 5 वरिष्ठ नागरिक प्रौद्योगिकी गहन उपकरणों का उपयोग करते हैं?

(ब) यह दिया गया है कि रेलवे किराया, X एक यादृच्छिक चर है जो सामान्य वितरण का पालन करता है जिसका औसत मूल्य रुपये 385 / टिकट का है और मानक विचलन 110 रुपये का है। उपरोक्त को देखते हुए, सामान्य वितरण तालिका का उपयोग करते हुए निम्नलिखित का उत्तर दीजिये :

(i) क्या संभावना है कि रेलवे किराया 250 रुपये या उससे कम है।

(ii) शीर्ष 3% सबसे महंगे किरायों की न्यूनतम कीमत?

9. (a) Data suggests that a machine's running time is uniformly distributed between 8.5 hours and 12 hours. In the given context, answer the following questions:

(i) Probability that a machine will have a running time between 9.5 hours and 11 hours.

(ii) Out of 1000 such machines, how many will have a running time of at least 9 hours?

(b) IQ tests are used to provide admissions to candidates for specialised training in an institute, where only those falling in the top 5% of the IQ scores distribution qualify. Assuming that the IQ values are normally distributed with a mean of 100 and standard deviation of 15, answer the following using Normal Distribution Table :

(i) At what minimum IQ score can an applicant qualify?

(ii) Will the top 5% criteria change if the std. deviation of IQ values is changed to 20, assuming the minimum test score stays the same as calculated in part (i)? (5+5)

(अ) डेटा बताता है कि एक मशीन का चलने का समय समान रूप से 8.5 घंटे और 12 घंटे के बीच वितरित किया जाता है। दिए गए संदर्भ में, निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए :

(i) किसी मशीन के चलने का समय 9.5 घंटे से 11 घंटे के बीच होने की प्रायिकता क्या है।

(ii) ऐसी 1000 मशीनों में से कितनों का चलने का समय कम से कम 9 घंटे होगा?

(ब) IQ परीक्षणों का उपयोग एक संस्थान में विशेष प्रशिक्षण के लिए उम्मीदवारों को प्रवेश प्रदान करने के लिए किया जाता है, जहां IQ स्कोर वितरण के शीर्ष 5% में आने वाले ही अहता प्राप्त करते हैं। यह मानतें हुए कि IQ मान सामान्य रूप से 100 के माध्य और 15 के मानक विचलन के साथ वितरित किए जाते हैं, सामान्य वितरण तालिका का उपयोग करके निम्नलिखित का उत्तर दीजिये :

(i) एक आवेदक किस न्यूनतम आईक्यू स्कोर पर आहता प्राप्त कर सकता है?

(ii) क्या शीर्ष 5% मानदंड बदल जाएंगे यदि IQ मानों का विचलन 20 में बदल दिया गया है, यह मानते हुए कि न्यूनतम परीक्षण स्कोर भाग (i) में गणना के समान रहता है?

10. (a) Based on the probability distribution table of a discrete random variable, X is given, answer the questions that follow :

x	10	20	30	40	50	60
p(x)	0.05	0.1	0.1	0.2	0.35	0.2

(i) Calculate the mean (μ) and variance (σ^2).

(ii) Calculate $p(x > 40)$; $p(x \geq 40)$; $p(x \leq 40)$.

(b) For the random variables x and y, the Joint probability distribution is as given below. Calculate covariance between x and y.

f(x,y)	x	y
0.2	40	25
0.3	30	20
0.5	25	15

(5+5)

(अ) असतत यादृच्छिक चर की संभावना वितरण तालिका के आधार पर, X दिया गया है, निम्नलिखित प्रश्नों का उत्तर दीजिये :

x	10	20	30	40	50	60
p(x)	0.05	0.1	0.1	0.2	0.35	0.2

(i) माध्य (μ) और विचरण (σ^2) की गणना कीजिए।

(ii) $p(x > 40)$; $p(x \geq 40)$; $p(x \leq 40)$ की गणना कीजिए।

(ब) यादृच्छिक चर x और y के लिए, संयुक्त संभाव्यता वितरण नीचे दिया गया है । x और y के बीच सहप्रसरण की गणना कीजिए।

f(x,y)	x	y
0.2	40	25
0.3	30	20
0.5	25	15

SECTION IV

Do any **two** *questions.*

किन्हीं **दो** *प्रश्नों का उत्तर दीजिये ।*

11. (a) A random sample of 70 observations from a normally distributed population possesses a sample mean equal to 26.2 and a sample standard deviation equal to 4.1.

(i) Find an approximate 95% confidence interval for the population mean.

(ii) What do you mean when you say that a confidence coefficient is .95?

(b) Explain the difference between an interval estimator and a point estimator for population mean p. What is meant by confidence coefficient in context of an interval estimator. (5+5)

(अ) सामान्य रूप से वितरित आबादी से 70 अवलोकनों का एक याइच्छिक नमूना 26.2 के बराबर नमूना माध्य और 4.1 के बराबर नमूना मानक विचलन रखता है ।

(i) जनसंख्या माध्य के लिए लगभग 95% विश्वास्यता अंतराल जात कीजिए ।

(ii) जब आप कहते हैं कि विश्वास गुणांक .95 है तो आपका क्या मतलब है?

(ब) जनसँख्या औसत μ के लिए एक अंतराल अनुमानक और एक बिंदु अनुमानक के बीच अंतर की व्याख्या कीजिए। अंतराल अनुमानक के संदर्भ में विश्वास गुणांक का क्या अर्थ है ।

12. (a) What are the key elements of a hypothesis test? Explain with the help of an example.

(b) A manufacturer of washing powder wants to test the performance of one of its filling machines. The machine is designed to discharge a mean amount of 12 ounces per box, and the manufacturer wants to detect any departure from this setting. This quality study calls for randomly sampling 100 boxes from today's production run and determining whether the mean fill for the run is 12 ounces per box. Set up a test of hypothesis for this study, using level of significance $\alpha = .01$. (5+5)

(अ) एक परिकल्पना परीक्षण के प्रमुख तत्व कया हैं? एक उदाहरण की सहायता से समझाइए ।

(ब) वाशिंग पाउडर का एक निर्माता अपनी भरने वाली मशीनों में से एक के प्रदर्शन का परीक्षण करना चाहता है। मशीन को प्रति बॉक्स 12 ऑंस की औसत मात्रा का निर्वहन करने के लिए डिजाइन किया गया है, और निर्माता इस सेटिंग से किसी भी प्रस्थान का पता लगाना चाहता है। यह गुणवत्ता अध्ययन आज के उत्पादन रन से यादृच्छिक रूप से 100 बक्सों का नमूना लेने और यह निर्धारित करने के लिए कहता है कि रन के लिए औसत भराव प्रति बॉक्स 12 ऑंस है या नहीं। महत्व के स्तर $\alpha = 0.1$ का उपयोग करते हुए, इस अध्ययन के लिए परिकल्पना का परीक्षण सेट कीजिए।

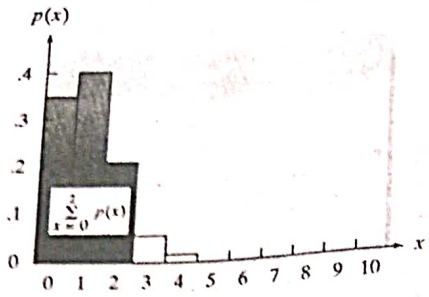
13. (a) In a test of the hypothesis H_0: $\mu = 50$ versus H_A: $\mu \neq 50$, a sample of $n = 100$ observations possessed mean $\bar{x} = 49.4$ and standard deviation $s = 4.1$. Find and interpret the *p*-value for this test.

(b) Suppose you want to test H_0: $\mu = 500$ against H_A: $\mu > 500$ using $\alpha = .05$. The population in question is normally distributed with standard deviation 100. A random sample of size $n = 25$ will be used. The rejection region is given by $\bar{x} \geq 532.9$. If alternative value of population mean $(\mu) = 550$, the value of Type II error is calculated as 0.1949. Interpret this value and compute power of the test. (5+5)

(अ) परिकल्पना $H_0 : \mu = 50$ बनाम $H_A : \mu \neq 50$ के परीक्षण में, $n = 100$ प्रेक्षणों का एक नमूना माध्य $\bar{x} = 49.4$ और मानक विचलन $s = 4.1$ है। इस परीक्षण के लिए पी-मान खोजिये और उसकी व्याख्या कीजिए।

(ब) मान लीजिए कि आप $\alpha = .05$ का उपयोग करके $H_0 : \mu = 50$ बनाम $H_A : \mu > 50$ का परीक्षण करना चाहते हैं। प्रश्न में जनसंख्या सामान्य रूप से मानक विचलन 100 के साथ वितरित की जाती है। आकार $n = 25$ का एक यादृच्छिक नमूना उपयोग किया जाएगा। अस्वीकृति क्षेत्र $\bar{x} \geq 532.9$ द्वारा दिया गया है। यदि जनसंख्या का वैकल्पिक मान $(\mu) = 550$ है, तो प्रकार II त्रुटि के मान की गणना 0.1949 के रूप में की जाती है। इस मान की व्याख्या कीजिए और परीक्षण की शक्ति की गणना कीजिए।

Table I Binomial Probabilities



Tabulated values are $\sum_{x=0}^{k} p(x)$. *(Computations are rounded at the third decimal place.)*

a. $n = 5$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.951	.774	.590	.328	.168	.078	.031	.010	.002	.000	.000	.000	.000
1	.999	.977	.919	.737	.528	.337	.188	.087	.031	.007	.000	.000	.000
2	1.000	.999	.991	.942	.837	.683	.500	.317	.163	.058	.009	.001	.000
3	1.000	1.000	1.000	.993	.969	.913	.812	.663	.472	.263	.081	.023	.001
4	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.990	.969	.922	.832	.672	.410	.226	.049

b. $n = 6$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.941	.735	.531	.262	.118	.047	.016	.004	.001	.000	.000	.000	.000
1	.999	.967	.886	.655	.420	.233	.109	.041	.011	.002	.000	.000	.000
2	1.000	.998	.984	.901	.744	.544	.344	.179	.070	.017	.001	.000	.000
3	1.000	1.000	.999	.983	.930	.821	.656	.456	.256	.099	.016	.002	.000
4	1.000	1.000	1.000	.998	.989	.959	.891	.767	.580	.345	.114	.033	.001
5	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.984	.953	.882	.738	.469	.265	.059

c. $n = 7$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.932	.698	.478	.210	.082	.028	.008	.002	.000	.000	.000	.000	.000
1	.998	.956	.850	.577	.329	.159	.063	.019	.004	.000	.000	.000	.000
2	1.000	.996	.974	.852	.647	.420	.227	.096	.029	.005	.000	.000	.000
3	1.000	1.000	.997	.967	.874	.710	.500	.290	.126	.033	.003	.000	.000
4	1.000	1.000	1.000	.995	.971	.904	.773	.580	.353	.148	.026	.004	.000
5	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.981	.937	.841	.671	.423	.150	.044	.002
6	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.992	.972	.918	.790	.522	.302	.068

d. $n = 8$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.923	.663	.430	.168	.058	.017	.004	.001	.000	.000	.000	.000	.000
1	.997	.943	.813	.503	.255	.106	.035	.009	.001	.000	.000	.000	.000
2	1.000	.994	.962	.797	.552	.315	.145	.050	.011	.001	.000	.000	.000
3	1.000	1.000	.995	.944	.806	.594	.363	.174	.058	.010	.000	.000	.000
4	1.000	1.000	1.000	.990	.942	.826	.637	.406	.194	.056	.005	.000	.000
5	1.000	1.000	1.000	.999	.989	.950	.855	.685	.448	.203	.038	.006	.000
6	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.991	.965	.894	.745	.497	.187	.057	.003
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.996	.983	.942	.832	.570	.337	.077

(continue

Table I (continued)

e. $n = 9$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.914	.630	.387	.134	.040	.010	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.997	.929	.775	.436	.196	.071	.020	.004	.000	.000	.000	.000	.000
2	1.000	.992	.947	.738	.463	.232	.090	.025	.004	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.999	.992	.914	.730	.483	.254	.099	.025	.003	.000	.000	.000
4	1.000	1.000	.999	.980	.901	.733	.500	.267	.099	.020	.001	.000	.000
5	1.000	1.000	1.000	.997	.975	.901	.746	.517	.270	.086	.008	.001	.000
6	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.975	.910	.768	.537	.262	.053	.008	.000
7	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.980	.929	.804	.564	.225	.071	.003
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.990	.960	.866	.613	.370	.086

f. $n = 10$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.904	.599	.349	.107	.028	.006	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.996	.914	.736	.376	.149	.046	.011	.002	.000	.000	.000	.000	.000
2	1.000	.988	.930	.678	.383	.167	.055	.012	.002	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.999	.987	.879	.650	.382	.172	.055	.011	.001	.000	.000	.000
4	1.000	1.000	.998	.967	.850	.633	.377	.166	.047	.006	.000	.000	.000
5	1.000	1.000	1.000	.994	.953	.834	.623	.367	.150	.033	.002	.000	.000
6	1.000	1.000	1.000	.999	.989	.945	.828	.618	.350	.121	.013	.001	.000
7	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.988	.945	.833	.617	.322	.070	.012	.000
8	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.989	.954	.851	.624	.264	.086	.004
9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.994	.972	.893	.651	.401	.096

g. $n = 15$

k \ p	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.860	.463	.206	.035	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.990	.829	.549	.167	.035	.005	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
2	1.000	.964	.816	.398	.127	.027	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.995	.944	.648	.297	.091	.018	.002	.000	.000	.000	.000	.000
4	1.000	.999	.987	.838	.515	.217	.059	.009	.001	.000	.000	.000	.000
5	1.000	1.000	.998	.939	.722	.403	.151	.034	.004	.000	.000	.000	.000
6	1.000	1.000	1.000	.982	.869	.610	.304	.095	.015	.001	.000	.000	.000
7	1.000	1.000	1.000	.996	.950	.787	.500	.213	.050	.004	.000	.000	.000
8	1.000	1.000	1.000	.999	.985	.905	.696	.390	.131	.018	.000	.000	.000
9	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.966	.849	.597	.278	.061	.002	.000	.000
10	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.991	.941	.783	.485	.164	.013	.001	.000
11	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.982	.909	.703	.352	.056	.005	.000
12	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.973	.873	.602	.184	.036	.000
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.965	.833	.451	.171	.010
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.965	.794	.537	.140

(continued)

Table I *(continued)*

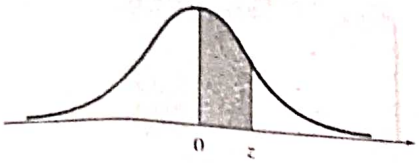
h. $n = 20$

k \ P	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.818	.358	.122	.012	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.983	.736	.392	.069	.008	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
2	.999	.925	.677	.206	.035	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.984	.867	.411	.107	.016	.001	.000	.000	.000	.000	.000	.000
4	1.000	.997	.957	.630	.238	.051	.006	.000	.000	.000	.000	.000	.000
5	1.000	1.000	.989	.804	.416	.126	.021	.002	.000	.000	.000	.000	.000
6	1.000	1.000	.998	.913	.608	.250	.058	.006	.000	.000	.000	.000	.000
7	1.000	1.000	1.000	.968	.772	.416	.132	.021	.001	.000	.000	.000	.000
8	1.000	1.000	1.000	.990	.887	.596	.252	.057	.005	.000	.000	.000	.000
9	1.000	1.000	1.000	.997	.952	.755	.412	.128	.017	.001	.000	.000	.000
10	1.000	1.000	1.000	.999	.983	.872	.588	.245	.048	.003	.000	.000	.000
11	1.000	1.000	1.000	1.000	.995	.943	.748	.404	.113	.010	.000	.000	.000
12	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.979	.868	.584	.228	.032	.000	.000	.000
13	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.942	.750	.392	.087	.002	.000	.000
14	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.979	.874	.584	.196	.011	.000	.000
15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.949	.762	.370	.043	.003	.000
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.984	.893	.589	.133	.016	.000
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.965	.794	.323	.075	.001
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.992	.931	.608	.264	.017
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.988	.878	.642	.182

i. $n = 25$

k \ P	.01	.05	.10	.20	.30	.40	.50	.60	.70	.80	.90	.95	.99
0	.778	.277	.072	.004	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
1	.974	.642	.271	.027	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
2	.998	.873	.537	.098	.009	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
3	1.000	.966	.764	.234	.033	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
4	1.000	.993	.902	.421	.090	.009	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000
5	1.000	.999	.967	.617	.193	.029	.002	.000	.000	.000	.000	.000	.000
6	1.000	1.000	.991	.780	.341	.074	.007	.000	.000	.000	.000	.000	.000
7	1.000	1.000	.998	.891	.512	.154	.022	.001	.000	.000	.000	.000	.000
8	1.000	1.000	1.000	.953	.677	.274	.054	.004	.000	.000	.000	.000	.000
9	1.000	1.000	1.000	.983	.811	.425	.115	.013	.000	.000	.000	.000	.000
10	1.000	1.000	1.000	.994	.902	.586	.212	.034	.002	.000	.000	.000	.000
11	1.000	1.000	1.000	.998	.956	.732	.345	.078	.006	.000	.000	.000	.000
12	1.000	1.000	1.000	1.000	.983	.846	.500	.154	.017	.000	.000	.000	.000
13	1.000	1.000	1.000	1.000	.994	.922	.655	.268	.044	.002	.000	.000	.000
14	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.966	.788	.414	.098	.006	.000	.000	.000
15	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.987	.885	.575	.189	.017	.000	.000	.000
16	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.946	.726	.323	.047	.000	.000	.000
17	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.999	.978	.846	.488	.109	.002	.000	.000
18	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.993	.926	.659	.220	.009	.000	.000
19	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.971	.807	.383	.033	.001	.000
20	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.991	.910	.579	.098	.007	.000
21	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.967	.766	.236	.034	.000
22	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.991	.902	.463	.127	.002
23	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.998	.973	.729	.358	.026
24	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	.996	.928	.723	.222

Table II Normal Curve Areas

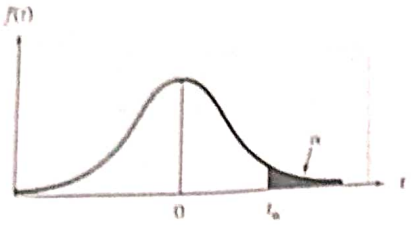


z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.0000	.0040	.0080	.0120	.0160	.0199	.0239	.0279	.0319	.0359
.1	.0398	.0438	.0478	.0517	.0557	.0596	.0636	.0675	.0714	.0753
.2	.0793	.0832	.0871	.0910	.0948	.0987	.1026	.1064	.1103	.1141
.3	.1179	.1217	.1255	.1293	.1331	.1368	.1406	.1443	.1480	.1517
.4	.1554	.1591	.1628	.1664	.1700	.1736	.1772	.1808	.1844	.1879
.5	.1915	.1950	.1985	.2019	.2054	.2088	.2123	.2157	.2190	.2224
.6	.2257	.2291	.2324	.2357	.2389	.2422	.2454	.2486	.2517	.2549
.7	.2580	.2611	.2642	.2673	.2704	.2734	.2764	.2794	.2823	.2852
.8	.2881	.2910	.2939	.2967	.2995	.3023	.3051	.3078	.3106	.3133
.9	.3159	.3186	.3212	.3238	.3264	.3289	.3315	.3340	.3365	.3389
1.0	.3413	.3438	.3461	.3485	.3508	.3531	.3554	.3577	.3599	.3621
1.1	.3643	.3665	.3686	.3708	.3729	.3749	.3770	.3790	.3810	.3830
1.2	.3849	.3869	.3888	.3907	.3925	.3944	.3962	.3980	.3997	.4015
1.3	.4032	.4049	.4066	.4082	.4099	.4115	.4131	.4147	.4162	.4177
1.4	.4192	.4207	.4222	.4236	.4251	.4265	.4279	.4292	.4306	.4319
1.5	.4332	.4345	.4357	.4370	.4382	.4394	.4406	.4418	.4429	.4441
1.6	.4452	.4463	.4474	.4484	.4495	.4505	.4515	.4525	.4535	.4545
1.7	.4554	.4564	.4573	.4582	.4591	.4599	.4608	.4616	.4625	.4633
1.8	.4641	.4649	.4656	.4664	.4671	.4678	.4686	.4693	.4699	.4706
1.9	.4713	.4719	.4726	.4732	.4738	.4744	.4750	.4756	.4761	.4767
2.0	.4772	.4778	.4783	.4788	.4793	.4798	.4803	.4808	.4812	.4817
2.1	.4821	.4826	.4830	.4834	.4838	.4842	.4846	.4850	.4854	.4857
2.2	.4861	.4864	.4868	.4871	.4875	.4878	.4881	.4884	.4887	.4890
2.3	.4893	.4896	.4898	.4901	.4904	.4906	.4909	.4911	.4913	.4916
2.4	.4918	.4920	.4922	.4925	.4927	.4929	.4931	.4932	.4934	.4936
2.5	.4938	.4940	.4941	.4943	.4945	.4946	.4948	.4949	.4951	.4952
2.6	.4953	.4955	.4956	.4957	.4959	.4960	.4961	.4962	.4963	.4964
2.7	.4965	.4966	.4967	.4968	.4969	.4970	.4971	.4972	.4973	.4974
2.8	.4974	.4975	.4976	.4977	.4977	.4978	.4979	.4979	.4980	.4981
2.9	.4981	.4982	.4982	.4983	.4984	.4984	.4985	.4985	.4986	.4986
3.0	.4987	.4987	.4987	.4988	.4988	.4989	.4989	.4989	.4990	.4990
3.1	.49903	.49906	.49910	.49913	.49916	.49918	.49921	.49924	.49926	.48829
3.2	.49931	.49934	.49936	.49938	.49940	.49942	.49944	.49946	.49948	.49950
3.3	.49952	.49953	.49955	.49957	.49958	.49960	.49961	.49962	.49964	.49965
3.4	.49966	.49968	.49969	.49970	.49971	.49972	.49973	.49974	.49975	.49976
3.5	.49977	.49978	.49978	.49979	.49980	.49981	.49981	.49982	.49983	.49983
3.6	.49984	.49985	.49985	.49986	.49986	.49987	.49987	.49988	.49988	.49989
3.7	.49989	.49990	.49990	.49990	.49991	.49991	.49992	.49992	.49992	.49992
3.8	.49993	.49993	.49993	.49994	.49994	.49994	.49994	.49995	.49995	.49995
3.9	.49995	.49995	.49996	.49996	.49996	.49996	.49996	.49996	.49997	.49997

Source: Abridged from Table I of A. Hald. *Statistical Tables and Formulas* (New York: Wiley), 1952.

P.T.O.

Table III Critical Values of t



Degrees of Freedom	$t_{.100}$	$t_{.050}$	$t_{.025}$	$t_{.010}$	$t_{.005}$	$t_{.001}$	$t_{.0005}$
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	318.31	636.62
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
50	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	3.261	3.496
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
70	1.294	1.667	1.994	2.381	2.648	3.211	3.435
80	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	3.195	3.416
90	1.291	1.662	1.987	2.369	2.632	3.183	3.402
100	1.290	1.660	1.984	2.364	2.629	3.174	3.390
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
150	1.287	1.655	1.976	2.351	2.609	3.145	3.357
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291