

Total number of printed pages—4

1 (Sem-5/FYUGP) STA46MN/(A)

2025

STATISTICS

(Minor)

Paper : STA0500604

(SET-A)

(Design of Experiments 2)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

**The figures in the margin indicate
full marks for the questions.**

Answer the following questions : 1×5=5

1. (a) Write the *three* basic principles of design of experiments.

(b) Define the term “degrees of freedom”.

2. Fill in the blank :

In a Latin Square Design (LSD) of order m , the total number of observations is _____.

3. Choose the correct option :

- (a) One-way ANOVA is used when
- (i) There are two dependent variables
 - (ii) Data are paired
 - (iii) There are two factors each at two levels
 - (iv) There is one factor with more than two levels
- (b) The F -statistic in ANOVA is based on
- (i) Means
 - (ii) Mean sum of squares
 - (iii) Total sum of squares
 - (iv) Difference in standard errors

Answer any five :

2×5=10

4. (a) Define the term experimental error.
- (b) State two limitations of CRD.
- (c) What are the basic assumptions of ANOVA ?
- (d) Write the linear statistical model for a two-way ANOVA.

- (e) What is analysis of covariance ?
- (f) In a 2^3 factorial experiment, how many factors and levels are involved ?
- (g) What is the main advantage of RBD over CRD ?
- (h) What is the difference between fixed and random effect models ?
- (i) Name the different sources of variation in two-way ANOVA.
- (j) What is a uniformity trial ?

Answer any four :

5×4=20

5. (a) Derive the expected value of treatment mean square in one-way ANOVA.
- (b) What is replication ? Why is it important in design of experiments ?
- (c) Write a short note on Latin Square Design.
- (d) What is a treatment contrast ? When are two such contrasts said to be orthogonal ?
- (e) Obtain the efficiency of an RBD relative to CRD.

- (f) Derive the expressions for main effects and interaction effect in terms of treatment totals for a 2^2 factorial experiment.
- (g) Write a short note on the importance of plot size and shape in field experiments.
- (h) Explain the concept of local control and why it is used in experimental design.

Answer **any one** :

$10 \times 1 = 10$

6. (a) Describe the analysis of one-way ANOVA under fixed effect model.
- (b) Derive the estimators of the parameters in an ANCOVA model for RBD with one concomitant variable.
- (c) Give the layout and analysis of randomized block design.
- (d) Describe the analysis of a 2^3 factorial experiment conducted in randomized blocks.

Total number of printed pages-8

1 (Sem-5/FYUGP) STA45MN(A)

2025

STATISTICS

(Minor)

Paper : STA0500504

(SET-A)

(Statistics Inference)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions.

Answer **either** in English **or** in Assamese.

1. Answer the following questions : $1 \times 5 = 5$

তলৰ প্ৰশ্নকেইটাৰ উত্তৰ দিয়া :

(a) The sample median is _____ estimator for the mean of normal population.
(Fill up the gap)

প্ৰতিদৰ্শ মধ্যমা প্ৰসামান্য সমষ্টিৰ গড়ৰ কাৰণে
আকলক। (খালি ঠাই পূৰণ কৰা)

(b) What is level of significance ?

সাৰ্থকতা স্তৰ কি?

(c) Non-parametric test does not depend on the form of the population.

(State True **or** False)

অপ্ৰাচলীক পৰীক্ষাসমূহ সমষ্টিৰ উপৰত নিৰ্ভৰ নকৰে।

(সঁচা নে মিছা)

(d) Area of critical region depends on

প্ৰত্যাখ্যান অঞ্চলৰ কালি নিৰ্ভৰ কৰে

(i) number of observation

পৰ্যবেক্ষণৰ সংখ্যা

(ii) value of the statistic

প্ৰতিদৰ্শজৰ মান

(iii) Size of type I error

প্ৰথম শ্ৰেণীবিশিষ্ট ত্ৰুটিৰ আকাৰ

(iv) Size of type II error

দ্বিতীয় শ্ৰেণীবিশিষ্ট ত্ৰুটিৰ আকাৰ

(Choose the correct option)

(শুদ্ধ উত্তৰ বাছি উলিওৱা)

(e) Define estimator.

আকলকৰ সংজ্ঞা দিয়া

2. Answer **any five** of the following questions:
2×5=10

তলৰ যিকোনো পাঁচটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ কৰা :

- (a) If T is an unbiased estimator of θ , show that T^2 is a biased estimator of θ^2 .
T যদি θ ৰ এটা অনভিনত আকলক হয়, তেন্তে দেখুওৱা যে, T^2 টো θ^2 ৰ দ্যৰ্থক আকলক হব।
- (b) Define null and alternative hypotheses.
বিন্দু আৰু বিকল্প প্ৰকল্পৰ সংজ্ঞা দিয়া।
- (c) Define type I and type II errors.
প্ৰথম শ্ৰেণী বিশিষ্ট আৰু দ্বিতীয় শ্ৰেণী বিশিষ্ট ত্ৰুটিৰ সংজ্ঞা দিয়া।
- (d) What are the different methods of point estimation?
বিন্দু আকলনৰ পদ্ধতি সমূহ কি কি?
- (e) State Neyman Pearson Lemma.
নেইমেন পিয়াৰছন উপপাদ্য লিখা।
- (f) Mention *any two* advantages of Non-Parametric methods over Parametric methods.

অপ্রাচলিক পৰীক্ষাসমূহে প্ৰাচলিক পৰীক্ষাৰ পৰত বিস্তাৰ
কৰা যিকোনো দুটা অগ্ৰাধিকাৰ উল্লেখ কৰা।

(g) Define simple and composite hypothesis.

সৰল আৰু যৌগিক প্ৰকল্পৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(h) What are confidence intervals?

বিশ্বাসযোগ্য ব্যৱধান কি?

(i) What are runs? Mention their utility in non-parametric tests.

ধাৰা কি? অপ্রাচলিক পৰীক্ষাত ইয়াৰ উপযোগিতা উল্লেখ
কৰা।

(j) $x_1, x_2 \dots x_n$ is a random sample from a normal population $N(\mu, 1)$. Show that

$t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2$ is an unbiased estimator of

$\mu^2 + 1$.

প্ৰসামান্য বণ্টন $N(\mu, 1)$ ৰ পৰা যাদৃচ্ছিক প্ৰতিদৰ্শ

$x_1, x_2 \dots x_n$ লোৱা হ'ল। দেখুওৱা যে,

$t = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2$, $\mu^2 + 1$ ৰ অনভিনত আকলক।

3. Answer **any four** of the following questions :

5×4=20

তলৰ যিকোনো চাৰিটাৰ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ কৰা :

(a) Let $x_1, x_2 \dots x_n$ be a random sample from $N(\mu, \sigma^2)$ population. Find sufficient estimator for μ and σ^2 .

$N(\mu, \sigma^2)$ বিশিষ্ট সমষ্টিৰ পৰা $x_1, x_2 \dots x_n$ আকাৰৰ এটা যাদৃচ্ছিক প্ৰতিদৰ্শ লোৱা হ'ল। ইয়াৰ পৰা μ আৰু σ^2 ৰ গুৰু আকলক নিৰ্ণয় কৰা।

(b) State and prove a sufficient condition for the consistency of an estimator.

আকলক এটা স্থিৰ হোৱাৰ গুৰু স্বত্ব বৰ্ণনা কৰি প্ৰমাণ কৰা।

(c) Prove that sample mean is always unbiased estimator of the population mean.

প্ৰমাণ কৰা যে, প্ৰতিদৰ্শ মাধ্য সদায়ে সমষ্টিৰ মাধ্যৰ অনভিনত আকলক।

(d) Describe the method of moments for estimating parameter.

প্ৰাচল আকলনৰ বাবে ব্যৱহাৰে হোৱা ঘূৰ্ণক পদ্ধতি বৰ্ণনা কৰা।

(e) Describe the testing of hypothesis based on P -value approach.

P -ৰ মানৰ উপৰ ভিত্তি কৰি প্ৰকল্প পৰীক্ষাৰ বিষয়ে বৰ্ণনা কৰা।

(f) Write a short note on sign test for one sample.

একক প্ৰতিদৰ্শৰ বাবে চিহ্ন পৰীক্ষাৰ চমু টোকা লিখা।

(g) Describe MP and UMP tests.

MP আৰু UMP পৰীক্ষা বৰ্ণনা কৰা।

(h) Describe Wilcoxon Mann-whitney test.

উইলকক্সন-মেন হুইটনী পৰীক্ষাৰ বৰ্ণনা কৰা

4. Answer **any one** of the following questions :

$10 \times 1 = 10$

তলৰ যিকোনো এটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ কৰা :

(a) What do you understand by point estimation? Define the following terms with one example for each.

(i) Unbiased estimator

(ii) Consistent estimator

(iii) Efficient estimator

(iv) Sufficient estimator

বিন্দু আকলনৰ বিষয়ে কি বুজা? তলৰ শব্দসমূহৰ উদাহৰণ
সৈতে সংজ্ঞা দিয়া।

- (i) অনভিনত আকলক
- (ii) স্থিৰ আকলক
- (iii) দক্ষ আকলক
- (iv) গুৰু আকলক

$$2+2+2+2+2=10$$

- (b) (i) Construct the 95% confidence interval for mean of the normal distribution when its variance is known. 5

যদি প্ৰসৰনৰ মান জানো, তেন্তে প্ৰসামান্য বণ্টনৰ
মাধ্যম 95% বিশ্বাসযোগ্য সীমা গঠন কৰা।

- (ii) Describe the maximum likelihood estimation (MLE) method. 5

সৰ্বাধিক সম্ভাৱনীয়তা আকলন (MLE) পদ্ধতি
বৰ্ণনা কৰা।

- (c) Given that $f(x, \theta) = \frac{1}{\theta}$, $0 \leq x \leq \theta$
 $= 0$, elsewhere

You are testing the null hypothesis
 $H_0 : \theta = 1$ against $H_1 : \theta = 2$, by means

of a single observed value of x . What would be the sizes of the type I and type II errors, if (i) $0.5 \leq x$, (ii) $1 \leq x \leq 1.5$ as the critical regions? Also obtain the power function of the test.
4+4+2=10

$$\text{দিয়া আছে } f(x, \theta) = \frac{1}{\theta}, 0 \leq x \leq \theta$$

= 0, আন ক্ষেত্ৰত

তুমি একক পৰ্যবেক্ষণৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি বিত্ত প্ৰকল্প $H_0 : \theta = 1$ বিকল্প প্ৰকল্প $H_1 : \theta = 2$ ৰ বিপৰিতে পৰীক্ষা কৰি আছ। প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় শ্ৰেণী বিশিষ্ট ত্ৰুটিৰ আকাৰ কি হব, যদি (i) $0.5 \leq x$, (ii) $1 \leq x \leq 1.5$ প্ৰত্যাহান অঞ্চল হয়, পৰীক্ষাৰ ক্ষমতা ফলন নিৰ্ণয় কৰা।

(d) Explain the main difference between parametric and non-parametric tests. Describe the method of Kolmogorov-Smirnov test for one sample. 5+5=10
প্ৰাচলিক পৰীক্ষা আৰু অপ্ৰাচলিক পৰীক্ষাৰ মূখ্য পাৰ্থক্যসমূহ বৰ্ণনা কৰা।

একক প্ৰতিদৰ্শৰ বাবে কলমোগোৰভ-স্মিৰনভ পৰীক্ষা বৰ্ণনা কৰা।

Total number of printed pages-8

1 (Sem-5/FYUGP) STA45MN(B)

2025

STATISTICS

(Minor)

Paper : STA0500504

(SET-B)

(Statistical Inference)

Full Marks : 45

Time : 2 hours

The figures in the margin indicate full marks for the questions.

Answer **either** in English **or** in Assamese.

1. Answer the following questions : 1×5=5

তলৰ প্ৰশ্নকেইটাৰ উত্তৰ দিয়া

(a) What is Statistic ?

প্ৰতিদৰ্শক মানে কি?

(b) Unbiased estimator is necessarily consistent. (State true **or** false)

অনভিনত আকলক দৰাচলতে স্থিৰ। (সঁচা নে মিছা)

(c) Power of the test is

পৰীক্ষাৰ ক্ষমতা হ'ল

(i) α

(ii) β

(iii) $1 - \alpha$

(iv) $1 - \beta$

(Choose the correct option)

(শুদ্ধ উত্তৰ বাছি উলিওৱা)

(d) _____ test is applied to test the randomness of the data set.

(Fill in the blank)

তথ্যসমূহৰ যাদৃচ্ছিকতা পৰীক্ষাৰ বাবে ব্যবহাৰ হোৱা
পৰীক্ষা হ'ল _____। (খালী ঠাই পূৰণ কৰা)

(e) Write one property of a good estimator

ভাল আকলকৰ এটা ধৰ্ম উল্লেখ কৰা।

2. Answer **any five** of the following questions: $2 \times 5 = 10$

তলৰ যিকোনো পাঁচটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ কৰা :

(a) Prove that in sampling from a $N(\mu, \sigma^2)$ population, the sample mean is a consistent estimator of μ .

প্রমাণ কৰা যে, $N(\mu, \sigma^2)$ সমষ্টিৰ পৰা প্ৰতিচয়ন কৰিলে প্ৰতিদৰ্শ মাধ্য μ -ৰ স্থিৰ আকলক।

(b) Define unbiased estimator.

অনভিনত আকলকৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(c) State Factorization theorem.

উৎপাদকৰ উপপাদ্য লিখা।

(d) Define MP lest.

সৰ্বাধিক ক্ষমতা সম্পন্ন (MP) পৰীক্ষাৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(e) What do you mean by critical region?

প্ৰত্যাখ্যান অঞ্চল বুলিলে কি বুজা?

(f) Define point estimation.

বিন্দু আকলনৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(g) Define level of significance and critical value

সাৰ্থকতা স্তৰ আৰু সংকটমানৰ সংজ্ঞা লিখা

(h) What is empirical distribution function?

অভিজ্ঞতাভিত্তিক বিভাজনৰ ফলন মানে কি?

(i) Mention two properties of maximum likelihood estimators.

সর্বাধিক সম্ভাবনীয়তা আকলকৰ দুটা বৈশিষ্ট্য উল্লেখ কৰা।

(j) Write *two* differences between parametric and non-parametric tests.

প্ৰাচলিক আৰু অপ্ৰাচলিক পৰীক্ষাৰ দুটা পাৰ্থক্য লিখা।

3. Answer **any four** of the following questions :

5×4=20

তলৰ যিকোনো চাৰিটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ কৰা :

(a) What is meant by statistical hypothesis? Explain the concept of type I and type II errors with example.

2+3=5

পৰিসাংখ্যিক প্ৰকল্প বুলিলে কি বুজা? উদাহৰণৰ সৈতে প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় শ্ৰেণীবিশিষ্ট ত্ৰুটি সমূহৰ বৰ্ণনা কৰা।

(b) State the advantages of non-Parametric test.

অপ্ৰাচলিক পৰীক্ষাৰ সুবিধা সমূহ লিখা।

(c) Describe the method of Kalmogrov-Smirnov test for one sample.

একক প্ৰতিদৰ্শৰ বাবে কলমোগোৰভ-স্মিৰনভ পৰীক্ষা বৰ্ণনা কৰা।

(d) Write notes on confidence interval and confidence limit.

বিশ্বাসযোগ্য ব্যবধানে আৰু বিশ্বাসযোগ্য সীমাৰ ওপৰত
চমু টোকা লিখা।

(e) Describe consistent and efficient estimators with examples. $2^{1/2}+2^{1/2}=5$

স্থিৰ আৰু দক্ষ আকলক উদাহৰণৰ সৈতে বৰ্ণনা কৰা।

(f) Show that $\frac{[\sum x_i(\sum x_i - 1)]}{n(n-1)}$ is an

unbiased estimate of θ^2 , for the sample x_1, x_2, \dots, x_n drawn on X which takes the values 1 or 0 with respective probabilities θ and $(1-\theta)$

প্ৰতিদৰ্শ x_1, x_2, \dots, x_n , X -ৰ পৰা সংগ্ৰহ কৰা হৈছে, যিয়ে সম্ভাবিকতা ক্ৰমে θ আৰু $(1-\theta)$ ৰ লগত 1 বা

0 মান লয়। দেখুওৱা যে $\frac{[\sum x_i(\sum x_i - 1)]}{n(n-1)}$, θ^2 ৰ

অনভিনত আকলক।

(g) Describe the maximum likelihood estimation (MLE) method.

সৰ্বাধিক সম্ভাবনীয়তা আকলন (MLE) পদ্ধতি বৰ্ণনা কৰা।

(h) Explain the major steps involved in solving testing of hypothesis problem.

প্রকল্প পরীক্ষা সমাধানৰ বাবে ব্যবহাৰ হোৱা বিভিন্ন পদক্ষেপ সমূহ বৰ্ণনা কৰা।

4. Answer **any one** of the following questions :

10×1=10

তলৰ যিকোনো এটা প্ৰশ্নৰ উত্তৰ কৰা :

(a) (i) Define null and alternative hypotheses with examples. 2+2=4

উদাহৰণৰ সৈতে বিত্ত আৰু বিকল্প প্ৰকল্পৰ সংজ্ঞা দিয়া।

(ii) State and prove Neyman-Pearson lemma. 2+4=6

নেইমেন-পিয়াৰছন উপপাদ্য লিখি প্ৰমাণ কৰা।

(b) Explain sign test for two sample and Wilcoxon-Mann-Whitney test. 5+5=10

দুটা প্ৰতিদৰ্শৰ বাবে চিহ্ন পৰীক্ষা আৰু উইলকক্সন-মেন-হুইটনী পৰীক্ষা বৰ্ণনা কৰি লিখা।

(c) (i) Describe the method of moments for estimating parameter.

প্ৰাচল আকলনৰ বাবে ব্যবহাৰ-হোৱা ঘূৰ্ণক পদ্ধতি বৰ্ণনা কৰা।

(ii) A random sample x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 of size 5 is drawn from a normal population with unknown mean μ . Consider the following estimators to estimate μ :

$$(i) \quad t_1 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$$

$$(ii) \quad t_2 = \frac{x_1 + x_2}{2} + x_3$$

Are t_1 and t_2 unbiased? Which is better between t_1 and t_2 ? Give reasons. 2+2+1=5

নজনা মাধ্য থকা এটা প্ৰসামান্য বণ্টণৰ পৰা
 যাদৃচ্ছিক প্ৰতিদৰ্শ x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 লোৱা হ'ল
 যাৰ আকাৰ 5। তলত দিয়া আকলক দুটা μ
 আকলনৰ বাবে বিবেচনা কৰা হ'ল :

$$(i) \quad t_1 = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{5}$$

$$(ii) \quad t_2 = \frac{x_1 + x_2}{2} + x_3$$

t_1 আৰু t_2 অনভিনত আকলক হয়নে নহয়? t_1 আৰু t_2 ৰ মাজত কোনটো শ্ৰেষ্ঠ? কাৰণ দেখুওৱা।

(d) Write short notes on :

চমু টোকা লিখা

- (i) Sufficient estimator (গুৰু আকলক)
- (ii) UMP test (UMP পৰীক্ষা)
- (iii) Test of randomness (যাদৃচ্ছিকতা পৰীক্ষা)

$$3+3+4=10$$

