



‘সত্যনাং মন্ত্র: সত্যিতি সত্যানী’

UNIVERSITY OF NORTH BENGAL
B.Sc. Programme 2nd Semester Examination, 2023

DSCI/2/3-P2-PHYSICS

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 40

GROUP-A / বিভাগ-ক / সমূহ-ক

1. Answer any *five* questions from the following: 1×5 = 5
- নিম্নলিখিত যে-কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও।
তল দিহ্নএকা কুন্ন পাই প্রমহলকো উত্তর লেখনুহোস্ :
- (a) State the Gauss' divergence theorem. 1
Gauss' divergence উপপাদ্যটি লেখ।
গজকো divergence কো সিদ্ধান্ত बताउनुहोस्।
- (b) Justify whether $\vec{E} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$ represents an electrostatic field. 1
 $\vec{E} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$, একটি স্থিরতড়িৎকে উপস্থাপন করে কিনা দেখাও।
 $\vec{E} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$ লেখটা electrostatic field दर्शाउछ ? सिद्ध गर्नुहोस्।
- (c) Find the dimension of electric displacement vector \vec{D} . 1
'Electric displacement' ভেক্টর \vec{D} -এর মাত্রা নির্ণয় কর।
Electric displacement vector (\vec{D}) को आयाम खोजनुहोस्।
- (d) "Electric field inside a metal is zero" — Explain. 1
"परिवहारी अन्तर्गते तड़िৎ प्रभावलेर मान शून्य"—बाख्या कर।
"एउटा धातुको भित electric field शून्य हुन्छ" व्याख्या गर्नुहोस्।
- (e) State the physical significance of the equation $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$, where \vec{B} denotes the magnetic field. 1
 $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ समीकरणটির ভৌত তাৎপর্য লেখ যেখানে \vec{B} চৌম্বক প্রাবল্য বোঝায়।
 $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$ समीकरणको भौतिक महत्व बताउनुहोस्, जहाँ \vec{B} ले चुम्बकीय क्षेत्रको मान बताउँछ।

(f) Define mutual inductance of a coil.

कुण्डलीर पारस्परिक आवेशाङ्क बलते की बोवार ?

एउटा तारको mutual inductance परिभाषित गर्नुहोस ।

(g) Write down the value of $\frac{\vec{E}}{B}$ in free space, where \vec{E}, \vec{B} represents the electric and magnetic field, respectively.

शून्यास्थाने $\frac{\vec{E}}{B}$ -एर मान लेख योखाने \vec{E}, \vec{B} तडिथप्रवाला एबं ङौसक थाबलाके संज्यायित करे ।

एउटा खाली ठाउँमा $\frac{\vec{E}}{B}$ को मान लेख्नुहोस् । जहाँ \vec{E}, \vec{B} भन्नाले विद्युतीय अनि चुम्बकीय क्षेत्र बुझिन्छ ।

(h) Give an example of ferromagnetic substance.

एकटि अयस्कोषक पदार्थेर उदाहरण लेख ।

Ferromagnetic पदार्थको एउटा उदाहरण दिनुहोस् ।

GROUP-B / বিভাগ-খ / সমূহ-২

Answer any three questions from the following

5×3 = 15

নিম্নলিখিত যে-কোন তিনটি প্রশ্নের উত্তর দাও

তল দিহাফো কুনে তিন প্রশ্নহরুको उत्तर लेख्नुहोस

2. (a) Let $\phi = x^2yz - 4xyz^2$. Find the directional derivative of ϕ at point $P(1, 3, 1)$ in the direction $2\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k}$.

खर, $\phi = x^2yz - 4xyz^2$ । $2\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k}$ -एर दिके $P(1, 3, 1)$ बिन्दुते ϕ -एर दिक्सूचक अवकलन निर्णय कर ।

यदि $\phi = x^2yz - 4xyz^2$ मए, कुनै एउटा बिन्दु $P(1, 3, 1)$ मा $2\vec{i} - \vec{j} - 2\vec{k}$ को दिशातिर ϕ को directional derivative को मान खोज्नुहोस ।

(b) The electric field \vec{E} relates to scalar potential V with the expression $\vec{E} = -\nabla V$. Find out the scalar potential V at a point where the electric field is expressed as $\vec{E} = (y \sin z - \sin x)\vec{i} + (x \sin z + 2yz)\vec{j} + (xy \cos z + y^2)\vec{k}$.

\vec{E} तडिथफेक्त्र V विभक्केर साथे $\vec{E} = -\nabla V$ सम्बन्ध द्वारा सम्पर्कित । येई बिन्दुते तडिथफेक्त्रेर राशिमा $\vec{E} = (y \sin z - \sin x)\vec{i} + (x \sin z + 2yz)\vec{j} + (xy \cos z + y^2)\vec{k}$, सेई बिन्दुते विभव निर्णय कर ।

$\vec{E} = -\nabla V$ ले एउटा विद्युतीय क्षेत्र \vec{E} लाई कुनै अर्धशिक पोटेन्शियल V सित सम्बन्धित गर्छ । यदि $\vec{E} = (y \sin z - \sin x)\vec{i} + (x \sin z + 2yz)\vec{j} + (xy \cos z + y^2)\vec{k}$ मए अर्धशिक potential V को कुनै एउटा बिन्दुमा मान खोज्नुहोस ।

3. (a) State and explain Faraday's laws of electromagnetic induction. 3

फ़ाराडेय के सूत्रों को विवरण सहित व्याख्या करें।

Electromagnetic induction मा Faraday को नियम बताउदै वर्णन गर्नुहोस।

- (b) Show that the energy required to build up a current I in a circuit of self inductance L is $\frac{1}{2}LI^2$. 2

देखाओ ये L स्वावेश विशिष्ट एकटा बर्तनीते I तडिङ्गप्रवाह तैरी करते प्रयोजनीय शक्ति हल $\frac{1}{2}LI^2$ ।

एउटा self inductance L भएको सर्किटमा ' I ' करेन्टको उत्पन्न गर्नको निम्ति $\frac{1}{2}LI^2$ मानको शक्तिको आवश्यकता पर्छ भनी प्रमाण गर्नुहोस।

4. (a) A positive charge of $q_1 = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$ is placed at a distance of 0.15 m from another positive charge of $q_2 = 8 \times 10^{-7} \text{ C}$. At what point on the line joining them is the electric field zero? 2

एकटा धनात्मक आवेश $q_1 = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$ अर्को एकटा धनात्मक आवेश $q_2 = 8 \times 10^{-7} \text{ C}$ देखि 0.15 m दुरीमा राखिएको छ। यिनो दुई चार्जहरूको जोडने रेखाको कुन बिन्दुमा विद्युतीय क्षेत्रबलको मान शून्य हुन्छ ?

एउटा $q_1 = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$ बराबरको सकारात्मक चार्जलाई अर्को $q_2 = 8 \times 10^{-7} \text{ C}$ बराबरको सकारात्मक चार्ज देखि 0.15 m को दुरीमा राखिएको छ। त्यस दुई चार्जहरूको जोडने रेखाको कुन बिन्दुमा विद्युतीय क्षेत्रबलको मान शून्य हुन्छ ?

- (b) ABCD is a square of 4 cm side. Charges of $16 \times 10^{-9} \text{ C}$, $-16 \times 10^{-9} \text{ C}$ and $32 \times 10^{-9} \text{ C}$ are placed at the points A, C and D respectively. Find the intensity of the electric field at point B. 3

ABCD एकटा 4 cm बाहुविशिष्ट वर्गको छ। $16 \times 10^{-9} \text{ C}$, $-16 \times 10^{-9} \text{ C}$ एउटा $32 \times 10^{-9} \text{ C}$ आवेशहरूलाई क्रमशः A, C एउटा D बिन्दुमा राखिएको छ। B बिन्दुमा तडिङ्गप्रवाह शक्ति निर्णय करें।

ABCD एउटा 4 cm भुजा भएको वर्ग हो। यदि यसको A, C, D बिन्दुहरूमा $16 \times 10^{-9} \text{ C}$, $-16 \times 10^{-9} \text{ C}$ अनि $32 \times 10^{-9} \text{ C}$ बराबरको चार्जहरू क्रमशः राखिए, बिन्दु 'B' मा विद्युतीय क्षेत्रबलको मान खोजनुहोस।

5. (a) Find the capacitance of two concentric spherical metal shells with radius a and b ($b > a$), where the outer shell is grounded. 3

दुई समकेन्द्रिक a एउटा b व्यासार्ध ($b > a$) गोलार्कार धातुको खोलको धारकत्व निर्णय करें। यो खोलको बाहिरको खोललाई भू-संलग्न।

अर्धव्यास a अनि b ($b > a$) भएको दुई गोलार्कार धातुको एउटा बिन्दुमा केन्द्रित भएको shell हल जहाँ बाहिरको shell लाई grounded गरिएको छ, त्यसको capacitance को मान खोजनुहोस।

(b) How much energy is stored within a parallel plate capacitor?

2

সমান্তরাল পাত ধারকে কি পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত থাকে ?

একটা সমান্তরাল পাতের capacitor না কতি উর্জা স্টোর পক্ষো হুন্ড ?

6. (a) Write down the Maxwell's equations in a non-conducting medium.

2

অপরিবাহী মাধ্যমে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লেখ।

একটা গীর সন্ড্যালন মাধ্যমনা Maxwell কৌ সমীকরণ লেখুহোস।

(b) Starting from Maxwell's equations, establish the equation of continuity of EM fields.

2

ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণ থেকে শুরু করে তড়িৎচুম্বকীয় ক্ষেত্রের ধারাবাহিকতার সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর।

Maxwell কৌ সমীকরণকৌ সহায়তা লিৎব একটা electromagnetic field কৌ continuity কৌ সমীকরণ নিকালুহোস।

(c) What is the dimension of Poynting vector?

1

পয়েন্টিং ভেক্টরের মাত্রা কি ?

Poynting vector কৌ আয়াম কে হুন্ড ?

GROUP-C / বিভাগ-গ / সমূহ-গ

Answer any two questions from the following

10×2 = 20

নিম্নলিখিত যে-কোন দুটি প্রশ্নের উত্তর দাও

তল দিহকো কুনে দুহু প্রশ্নকৌ উত্তর লেখুহোস

7. (a) A conducting spherical shell of radius ' R ' has a uniform surface charge density ' σ '. Find the expression of an electric field at a point situated at

2+3

(i) inside and

(ii) outside the spherical shell.

একটি ' R ' ব্যাসার্ধের গোলকীয় খোলকে সূক্ষম পৃষ্ঠীয় আধান ঘনত্ব σ বর্তমান। খোলকটির ভেতরে এবং বাহিরে তড়িৎপ্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

একটা অর্ধবাস ' R ' পক্ষো গোলাকার খোলক shell কৌ uniform surface charge density ' σ ' চ। তলদিহকো ঙিন্দুহকনা বিদ্যুতীয় ক্ষেত্রবলকৌ সমীকরণ খ্রৌডনুহোস।

(i) shell কৌ মিত্র অলি

(ii) shell কৌ বাহির।

(b) Plot the electric field profile of the above problem as a function of radial distance ' r '.

2

উপরে উল্লিখিত সমস্যা থেকে প্রাপ্ত তড়িৎপ্রাবল্যকে রেডিয়াল দূরত্ব ' r '-এর সাথে চিত্রায়িত কর।

মাথি দিহকো প্রশ্ননা বিদ্যুতীয় ক্ষেত্রবলকৌ মাধ্যমিক radial distance ' r ' কৌ অনুকূপ চিত্রিত গনুহোস।

- (c) Given the potential function $V = 2x + 4y$ Volt in free space, find the stored energy in a unit m^3 volume centered at the origin. 3

শূন্যস্থানে বিভব ফাংশনের মান $V = 2x + 4y$ ভোল্ট। মূলবিন্দুতে অবস্থিত একক m^3 আয়তনে সঞ্চিত শক্তির মান নির্ণয় কর।

এতটা খুলা ধরমা potential $V = 2x + 4y$ Volt কও মান दिहएको छ। एतटा एक m^3 बराबरको आयतनमा संरक्षित उर्जाको मान खोजनुहोस।

8. (a) State the Biot-Savart's law. Determine an expression for magnetic field at a point 'P' located at a distance x from the middle of the straight current carrying wire of finite length ' $2L$ '. What will be the expression of magnetic field if $L \rightarrow \infty$? 1+3+1

बायो-सावार्टेन सूरुटि विवृत कर। ' $2L$ ' दैर्घेनर एकटि ससीम अखु तडिबेबाही तारेनर मध्याबिन्दु थोके x दुरे P बिन्दुते क्षेत्रकक्षेत्रेनर राशिमाना निर्णय कर। यदि $L \rightarrow \infty$ हय तहले क्षेत्रकक्षेत्रेनर राशिमाना कि हबे ?

Biot-Savart को नियम बताउनुहोस। एतटा सिमित लम्बाई $2L$ भएको सीधा तारमा विद्युतको प्रवाह भइरहेको भए यस क्षेत्र ' x ' को दुरीमा भएको एतटा बिन्दु ' P ' मा चुम्बकीय क्षेत्रबलको समीकरण खोजनुहोस। $L \rightarrow \infty$ हुदाँ त्यस समीकरणको मान कस्तो हुन्छ ?

- (b) Two parallel and long straight conductors are kept at 18 cm apart. Steady currents of 8 A and 12 A flow through each of them in the same direction. Determine the perpendicular distance from any of the conductors where the magnetic field value is zero. 3

दुटि समांतराल दीर्घ अखु परिवाही परलम्परेनर थोके 18 cm दुरे राखा आछे। परिवाही दुटिनर मध्ये 8 A ओ 12 A मानेनर धिनर प्रवाह समदिक्के अवहित हछे। थोकन एकटि परिवाही थोके ये लम्पदुरेते क्षेत्रकक्षेत्र शून्य हबे सेई दुराडि निर्णय कर।

दुइवटा समानन्तर लामो धालकहरूलाई 18 cm को दुरीमा राखियो। ती दुई धालकहरूको 8 A अनि 12 A बराबरको Steady current एतटा दिशातिर प्रवाह हुन्छ। कुन एतटा धालक क्षेत्र चुम्बकीय क्षेत्र शून्य भएको बिन्दुलाई perpendicular दुरीको मान खोजनुहोस।

- (c) What type of magnetic material is chosen for permanent magnet and why? 2

धिरस्थायी चुम्बकेनर जन्या कि धरनेनर क्षेत्रक पदार्थ निर्वाचन करा हय एवओ केन ?

एतटा स्थायी चुम्बक बनाउन कस्तो पदार्थको प्रयोग गरिन्छ ? किन ?

9. (a) Find the value of $\nabla \cdot (r^n \vec{F})$, where $\vec{F} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$. Find the value of n for which $(r^n \vec{F})$ is solenoidal. 4+2

$\nabla \cdot (r^n \vec{F})$ -एनर मान निर्णय कर। थेथाने, $\vec{F} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ । n -एनर ये मानेनर जन्या $(r^n \vec{F})$ सलिनोइडल त्रा निर्णय कर।

यदि $\vec{F} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ भए $\nabla \cdot (r^n \vec{F})$ को मान खोजनुहोस। $r^n \vec{F}$ solenoid हुदाँ n को मान खोजनुहोस।

- (b) Evaluate $\iint \vec{F} \cdot \hat{n} ds$ over the unit cube defined by $x=0, y=0, z=0$ and $x=1, y=1, z=1$, where the symbols have usual meaning. 2

$x=0, y=0, z=0$ এবং $x=1, y=1, z=1$ দ্বারা আবদ্ধ একক ঘনকের ক্ষেত্রে $\iint \vec{F} \cdot \hat{n} ds$ এর মান নির্ণয় কর, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

$x=0, y=0, z=0$ অর্থাৎ $x=1, y=1, z=1$ লে পরিসীমিত এতটা ঘনাকার কো $\iint \vec{F} \cdot \hat{n} ds$ কো মূল্যাকন গর্নুহোস। জর্হা সর্কিত হরুকো সামান্য অর্থা হুন্ড।

- (c) Prove that the curl of the gradient of a scalar is always zero. 2

প্রমাণ কর যে, একটি স্কেলারের গ্রাডিয়েন্টের কার্ল সর্বদা শূন্য।

Curl of the gradient of a scalar সর্থা শূন্য হুন্ড মনী প্রমাণিত গর্নুহোস।

- 10.(a) Distinguish between dia-, para- and ferromagnetic substances. 5

তিরস্চৌম্বক, পরাস্চৌম্বক ও অয়স্চৌম্বক পদার্থের মধ্যে পার্থক্য কর।

Dia-, para- অর্থা ferromagnetic পদার্থহরুমা মিন্দতা মতাওনুহোস।

- (b) Using Maxwell's equations show that light is an electromagnetic wave. 5

ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি ব্যবহার করে দেখাও যে, আলো একটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ।

Maxwell কো সমীকরণকো সহায়তা লিহে প্রকার এতটা electromagnetic তরঙ্গ হো মনী প্রমাণ গর্নুহোস।

— x —