



‘समानो मन्त्रः समितिः समानी’

**UNIVERSITY OF NORTH BENGAL**

B.Sc. Programme 2nd Semester Examination, 2023

**DSC1/2/3-P2-PHYSICS**

Time Allotted: 2 Hours

Full Marks: 40

**GROUP-A / বিভাগ-ক / समूह-क**

1. Answer any *five* questions from the following: 1×5 = 5
- নিম্নলিখিত যে-কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাওঃ  
तल दिइएका कुनै पाँच प्रश्नहरूको उत्तर लेख्नुहोस् :
- (a) State the Gauss’ divergence theorem. 1  
Gauss’ divergence উপপাদ্যটি লেখ।  
गजको divergence को सिद्धान्त 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 স্থিরতড়িৎके উপस्थापन करे किना देखाओ।  
 $\vec{E} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$  ले एउटा electrostatic field दर्शाउछ ? सिद्ध गर्नुहोस।
- (c) Find the dimension of electric displacement vector  $\vec{D}$ . 1  
‘Electric displacement’ भेक्टर  $\vec{D}$ -एर मात्रा निर्णय कर।  
Electric displacement vector ( $\vec{D}$ ) को आयाम खोज्नुहोस।
- (d) “Electric field inside a metal is zero” — Explain. 1  
“परिवाहीर अभ्यन्तरे तडिं प्रबल्येर मान शून्य”—ब्याख्या कर।  
“एउटा धातुको भित्र electric field शून्य हुन्छ” व्याख्या गर्नुहोस।
- (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 भौत तात्पर्य लेख যেখানে  $\vec{B}$  চৌম্বক প্রাবল্য বোঝায়।  
 $\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$  समीकरणको भौतिक महत्व बताउनुहोस, जहाँ  $\vec{B}$  ले चुम्बकीय क्षेत्रको मान बताउँछ।

- (f) Define mutual inductance of a coil. 1  
 कुणुलीर पारस्परिक आवेशाङ्क बलते की बोबाय ?  
 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. 1  
 शून्यस्थाने  $\frac{\vec{E}}{B}$  -एर मान लेख थेखाने  $\vec{E}, \vec{B}$  तडिङ्गप्रवाल्य एबं टोम्बक प्रालन्यके संज्जायित 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. 1  
 एकटि अयश्चोम्बक पदार्थेर उदाहरण लेख ।  
 Ferromagnetic पदार्थको एउटा उदाहरण दिनुहोस् ।

**GROUP-B / विभाग-ख / समूह-ख**

**Answer any three questions from the following**

5×3 = 15

निम्नलिखित ये-कोन तिनटि प्रश्नेर उत्तर दाओ

तल दिइएका कुनै तीन प्रश्नहरूको उत्तर लेख्नुहोस

2. (a) Let  $\phi = x^2yz - 4xyz^2$ . Find the directional derivative of  $\phi$  at point  $P(1, 3, 1)$  in the direction  $2\hat{i} - \hat{j} - 2\hat{k}$ . 2  
 थर,  $\phi = x^2yz - 4xyz^2$  ।  $2\hat{i} - \hat{j} - 2\hat{k}$  -एर दिके  $P(1, 3, 1)$  बिन्दुते  $\phi$  -एर दिकसूचक अबकलन निर्णय कर ।  
 यदि  $\phi = x^2yz - 4xyz^2$  भए, कुनै एउटा बिन्दु  $P(1, 3, 1)$  मा  $2\hat{i} - \hat{j} - 2\hat{k}$  को दिशातिर  $\phi$  को directional derivative को मान खोज्नुहोस ।
- (b) The electric field  $\vec{E}$  relates to scalar potential  $V$  with the expression  $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$ . Find out the scalar potential  $V$  at a point where the electric field is expressed as  $\vec{E} = (y \sin z - \sin x)\hat{i} + (x \sin z + 2yz)\hat{j} + (xy \cos z + y^2)\hat{k}$ . 3  
 $\vec{E}$  तडिङ्गक्षेत्र  $V$  विभवेर साथे  $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$  सम्बन्ध द्वारा सम्पर्कित । येइ बिन्दुते तडिङ्गक्षेत्रेर राशिमांला  $\vec{E} = (y \sin z - \sin x)\hat{i} + (x \sin z + 2yz)\hat{j} + (xy \cos z + y^2)\hat{k}$ , सेइ बिन्दुते विभव निर्णय कर ।  
 $\vec{E} = -\vec{\nabla}V$  ले एउटा विद्युतीय क्षेत्र  $\vec{E}$  लाई कुनै अर्देशिक पोटेन्शियल  $V$  सित सम्बन्धित गर्छ । यदि  $\vec{E} = (y \sin z - \sin x)\hat{i} + (x \sin z + 2yz)\hat{j} + (xy \cos z + y^2)\hat{k}$  भए अर्देशिक potential  $V$  को कुनै एउटा बिन्दुमा मान खोज्नुहोस ।

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

फ्याराडेडर सूत्रगुलि विवृत ओ ब्याख्या कर।

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 एकटि बतनीते  $I$  तडिंप्रवाह 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

एकटि धनात्मक आधान  $q_1 = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$  अपर एकटि धनात्मक आधान  $q_2 = 8 \times 10^{-7} \text{ C}$  थेके 0.15 m दूरते बसानो हल। आधान दुटिर मध्यवर्ती कान बिन्दुते तडिंप्रवाह शून्य हवे ?

एउटा  $q_1 = 2 \times 10^{-7} \text{ C}$  बराबरको सकारात्मक चार्ज लाई अर्को  $q_2 = 8 \times 10^{-7} \text{ C}$  बराबरको सकारात्मक चार्ज देखि 0.15 m को दूरीमा 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 एकटि 4 cm बाह्रविशिष्ट वर्गफेक्रे।  $16 \times 10^{-9} \text{ C}$ ,  $-16 \times 10^{-9} \text{ C}$  एवं  $32 \times 10^{-9} \text{ C}$  आधानसमूह यथाक्रमे A, C एवं D बिन्दुते स्थित। B बिन्दुते तडिंप्रवाह प्राबल्य निर्णय कर।

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

दुटि समकेन्द्रिक  $a$  ओ  $b$  व्यासार्धेर ( $b > a$ ) गोलाकार धातव खोलकेर धारकत्व निर्णय कर। येखाने बहिस्त्र खोलकटि भू-संगलन।

अर्धव्यास  $a$  अनि  $b$  ( $b > a$ ) भएको दुई गोलाकार धातुको एउटा विन्दुमा केन्द्रित भएको shell हरू 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 ?  
 एउटा समानन्तर प्लेटको capacitor मा कति उर्जा स्टोर भएको हुन्छ ?
6. (a) Write down the Maxwell's equations in a non-conducting medium. 2  
 अपरिवाही माध्यमे म्याक्सवेलের সমীকরণগুলি লেখ।  
 एउटा गैर सञ्चालन माध्यममा Maxwell को समीकरण लेख्नुहोस।
- (b) Starting from Maxwell's equations, establish the equation of continuity of EM fields. 2  
 म्याक्सवेलের সমীকরণ থেকে শুরু করে तडिचुम्बकीय क्षेत्रের धारवाहिकतार समीकरणটি प्रतिष्ठा कर।  
 Maxwell को समीकरणको सहायता लिएर एउटा electromagnetic field को continuity को समीकरण निकाल्नुहोस।
- (c) What is the dimension of Poynting vector? 1  
 पयेंन्टिंग भेक्चरर मात्रा कि ?  
 Poynting vector को आयाम के हुन्छ ?

**GROUP-C / বিভাগ-গ / समूह-ग**

**Answer any two questions from the following**

10×2 = 20

निम्नलिखित ये-कोन दुटि प्रश्नेर उत्तर दाओ

तल दिइएका कुनै दुहु प्रश्नहरूको उत्तर लेख्नुहोस

7. (a) A conducting spherical shell of radius 'R' has a uniform surface charge density ' $\sigma$ '. Find the expression of an electric field at a point situated at 2+3  
 (i) inside and  
 (ii) outside the spherical shell.  
 एकटि 'R' व्यासार्धेर गोलकीय खोलके सुषम पृष्ठीय आधान घनत्व  $\sigma$  बर्तमान। खोलकटिर भेतरने एवं बाहिरने तडिप्रभावलेर मान निर्णय कर।  
 एउटा अर्द्धब्यास 'R' भएको गोलाकार चालक shell को uniform surface charge density ' $\sigma$ ' छ। तलदिइएका बिन्दुहरूमा विद्युतीय क्षेत्रबलको समीकरण खोज्नुहोस।  
 (i) shell को भित्र अनि  
 (ii) shell को बाहिर।
- (b) Plot the electric field profile of the above problem as a function of radial distance ' $r$ '. 2  
 उपरने उल्लिखित समस्या থেকে प्राप्त तडिप्रभावलेके रेडियल दूरत्व ' $r$ '-एर साथे चित्रायित कर।  
 माथि दिइएका प्रश्नमा विद्युतीय क्षेत्रबलको पास्वचित्र radial distance ' $r$ ' को अनुरूप चित्रित गर्नुहोस।

- (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 ক্ষেত্রমা potential  $V = 2x + 4y$  Volt কো মান দিহ্বকো চ। এতটা এক  $m^3$  বরাবরকো আয়তনমা সংরক্ষিত উর্জাকো মান খ্রোজ্জুহোস।

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

বায়ো-সাভার্টের সূত্রটি বিবৃত কর। ' $2L$ ' দৈর্ঘ্যের একটি সসীম ঋজু তড়িৎবাহী তারের মধ্যবিন্দু থেকে  $x$  দূরত্বে  $P$  বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের রাশিমালা নির্ণয় কর। যদি  $L \rightarrow \infty$  হয় তাহলে চৌম্বকক্ষেত্রের রাশিমালা কি হবে?

Biot-Savart কো নিয়ম बताउनुहोस। एउटा सिमित लम्बाई  $2L$  भएको सोजो तारमा विद्युतको प्रवाह भइरहेको भए यस देखि ' $x$ ' को दुरीमा भएको एउटा बिन्दु ' $P$ ' मा चुम्बकीय क्षेत्रबलको समीकरण खोज्नुहोस।  $L \rightarrow \infty$  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

দুটি সমান্তরাল দীর্ঘ ঋজু পরিবাহী পরস্পরের থেকে 18 cm দূরে রাখা আছে। পরিবাহী দুটির মধ্যে 8 A ও 12 A মানের স্থির প্রবাহ সমদিকে প্রবাহিত হচ্ছে। যেকোন একটি পরিবাহী থেকে যে লম্বদূরত্বে চৌম্বকক্ষেত্র শূন্য হবে সেই দূরত্বটি নির্ণয় কর।

दुइवटा समानन्तर लामो चालकहरूलाई 18 cm को दुरीमा राखियो। ती दुई चालकहरूमा 8 A अनि 12 A बराबरको Steady current एउटा दिशातिर प्रवाह हुन्छ। कुनै एउटा चालक देखि चुम्बकीय क्षेत्र शून्य भएको बिन्दुमाझको perpendicular दुरीको मान खोज्नुहोस।

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

চিরস্থায়ী চুম্বকের জন্য কি ধরনের চৌম্বক পদার্থ নির্বাচন করা হয় এবং কেন?

एउटा स्थायी चुम्बक बनाउन कस्तो पदार्थको प्रयोग गरिन्छ? किन?

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

$\vec{\nabla} \cdot (r^n \vec{r})$ -এর মান নির্ণয় কর। যেখানে,  $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ ।  $n$ -এর যে মানের জন্য  $(r^n \vec{r})$  সলিনয়েডাল তা নির্ণয় কর।

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

- (b) Evaluate  $\iiint_V \vec{r} \cdot \hat{n} ds$  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  $\iiint_V \vec{r} \cdot \hat{n} ds$  - এর মান নির্ণয় কর, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

$x=0, y=0, z=0$  অনি  $x=1, y=1, z=1$  লে পরিমাণিত এতটা ঘনাকার কো  $\iiint_V \vec{r} \cdot \hat{n} ds$  কো মূল্যাকন গনুহোস। जहाँ संकेत हरूको सामान्य अर्थ हुन्छ।

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

প্রমাণ কর যে, একটি স্কেলারের গ্র্যাডিয়েন্টের কার্ল সর্বদা শূন্য।

Curl of the gradient of a scalar সঁধে শূন্য হুन्छ भनी प्रमाणित गर्नुहोस।

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

তিরশ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক ও অয়শ্চৌম্বক পদার্থের মধ্যে পার্থক্য কর।

Dia-, para- अनि ferromagnetic पदार्थहरूमा भिन्नता बताउनुहोस।

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

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

Maxwell को समीकरणको सहायता लिएर प्रकाश एउटा electromagnetic तरंग हो भनी प्रमाण गर्नुहोस।

—x—