



‘সমানো মন্ত্র: সমিতি: সমানী’

UNIVERSITY OF NORTH BENGAL

B.Sc. Minor 3rd Semester Examination, 2024

UPHYMIN20002-PHYSICS

ELECTRICITY AND MAGNETISM

Full Marks: 40

Time Allotted: 2 Hours

The figures in the margin indicate full marks.

GROUP-A / বিভাগ-ক / সমূহ-ক

1×5 = 5

1. Answer any **five** questions from the following:

নিম্নলিখিত যে-কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

কোন পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও:

- (a) Find a vector perpendicular to the surface $x^2 + y^2 - z^2 = 11$ at the point (4, 2, 3).
 (4, 2, 3) বিন্দুতে $x^2 + y^2 - z^2 = 11$ তলটির সঙ্গে অভিলম্ব ভেক্টরটি নির্ণয় কর।
 বিন্দু (4, 2, 3)-মা সতহ $x^2 + y^2 - z^2 = 11$ সাথ লম্ব भएको सादिश खोज।
- (b) State the differential form of Gauss's law in electrostatics.
 স্থির তড়িৎবিদ্যার গাউসের সূত্রের অবকল রূপটি লেখ।
 स्थिर वैद्युतिकीमा गौसको नियम अवकल स्वरूपमा उल्लेख गर।
- (c) Why do equipotential surfaces not intersect each other?
 সমবিভব তলগুলি পরস্পরকে ছেদ করে না কেন?
 সমবিভব সতহहरूले एक अर्कालाई किन हस्तक्षेपण गर्दैन?
- (d) Find the angle between the vectors $2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ and $6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$.
 $2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ এবং $6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$ ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যকার কোণ নির্ণয় কর।
 यो दुई सादिशहरू मध्येको कोण खोज: $2\hat{i} + 2\hat{j} - \hat{k}$ and $6\hat{i} - 3\hat{j} + 2\hat{k}$.
- (e) Define coefficient of coupling in mutual inductance.
 পারস্পরিক আবেশের ক্ষেত্রে ‘Coefficient of coupling’-এর সংজ্ঞা দাও।
 पारस्परिक प्रेरत्वमा युग्मनको मापाङ्कलाई परिभाषित पार।
- (f) Express magnetic induction \vec{B} in terms of fundamental dimensions (MLTI).
 চৌম্বক আবেশ \vec{B} -কে প্রাথমিক মাত্রাসমূহের (MLTI) দ্বারা প্রকাশ কর।
 मूलभूत आयामको आधारमा चुम्बकिय प्रेरत्व \vec{B} लाई अभिव्यक्त गर।
- (g) Show that the electrostatic energy of a capacitor of capacitance C , charged to a voltage V is $\frac{1}{2}CV^2$.
 C ধারকত্বের একটি ধারককে V বিভবে আহিত করা হলে, দেখাও যে উহার স্থির তাড়িতিক শক্তি হল $\frac{1}{2}CV^2$.
 विभव V सम्म आवेशित र धारकत्व C भएको एउटा धारकको स्थिर वैद्युतिकी ऊर्जा $\frac{1}{2}CV^2$ हुन्छ भन्ने प्रमाण देऊ।
- (h) An aeroplane is moving due north with a velocity of 450 km/h. Find the potential difference in volts between the ends of its wings, distant 35 m from each other.
 Given, the earth's magnetic induction (B) is 0.35×10^{-4} T.
 একটি বিমান উত্তর দিকে 450 km/h বেগে যাচ্ছে। উহার ডানার প্রান্তদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব 35 m হলে, উহাদের মধ্যে বিভব-পার্থক্য ভোল্টে নির্ণয় কর। দেওয়া আছে, পৃথিবীর চৌম্বক প্রবাহ $B = 0.35 \times 10^{-4}$ T।

450 km/h को गतिले एउटा हवाईजहाज उत्तर दिशा तर्फ बढिरहेको छ । 35 m को दुरीमा भएको यसका दुई पंखाहरूको माझ विभव भिन्नता खोज । पृथिवीको चुम्बकिय प्रेरत्व हो $0.35 \times 10^{-4} \text{ T}$ ।

GROUP-B / विभाग-ब / समूह-ब

Answer any three questions from the following

5×3 = 15

निम्नलिखित यै-कौन तिनटि प्रश्नर उत्तर दाओ

कुनै तीनवटा प्रश्नहरूका उत्तर लेख

2. (a) Prove that $\vec{\nabla} r^n = nr^{n-1} \vec{r}$ where, $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$. 3
 देखाओ ये, $\vec{\nabla} r^n = nr^{n-1} \vec{r}$ येखाने $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$.
 $\vec{\nabla} r^n = nr^{n-1} \vec{r}$ हो भनि प्रमाण देऊ, जहाँ $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$.
 (b) Define conservative field. Give an example. 2
 संरक्षी क्षेत्र संज्ञा दाओ । एकटि उदाहरण दाओ ।
 एउटा उदाहरणसाथ संरक्षित प्रवाहको परिभाषा देऊ ।
3. (a) Find the capacitance of a parallel plate capacitor with d as the separation between its plates, when a dielectric of dielectric constant k and thickness d_1 ($d_1 < d$) is placed between the plates. 3
 एकटि समांतराल पात धारककेर दुटि पातेर मध्ये दूर d । ईहार मध्ये d_1 बेथेर ($d_1 < d$) एवं k परावैद्युतिक क्षमकेर एकटि पराविद्युतेर स्थाप प्रवेश करानो हल । धारककेर धारकत्व निर्णय कर ।
 पाता दुरी d रहेको एउटा समानान्तर पाता धारकको पाताहरू मध्ये परावैद्युतिक स्थिरांक k भएको अनि मोटाई d_1 ($d_1 < d$) भएको एउटा परावैद्युतिक पदार्थ राखिएको छ । धारकत्व खोज ।
 (b) A current of 10 A flows in a square coil of side 80 cm. Find the magnetic induction at the centre of the coil. 2
 80 cm बाह्रविंशति एकटि वर्गाकार तारेर मध्ये 10 A प्रवाह याछे । तारकुण्डलीकेर केन्द्रे तौम्वक आवेश निर्णय कर ।
 किनार-लमाई 80 cm भएको एउटा वर्गिय कुण्डलीमा आवेशधारा 10 A बगिरहेको छ । कुण्डलीको केन्द्रमा चुम्बकिय प्रेरत्व खोज ।
4. (a) State and explain Faraday's laws of electromagnetic induction. 2
 तडिचुम्बकीय आवेश संक्रांत फ्याराडेकेर सूत्रकुलि लेख ओ व्याख्या कर ।
 वैद्युतिक-चुम्बकिय प्रेरत्वको फेरडेको नियमहरू उल्लेख गरि बुझाऊ ।
 (b) Show that the energy required to build up a current in a circuit of self-inductance L is $\frac{1}{2} LI^2$. 3
 एकटि तारकुण्डलीकेर स्वावेशांक L हईले देखाओ ये, उहाते I प्रवाह तैरी करते प्रयोजनीय शक्ति $\frac{1}{2} LI^2$ ।
 स्वप्रेरत्व ' L ' भएको एउटा परिपथमा आवेशधारा ' I ' श्रीजन गर्नलाई ऊर्जा ' $\frac{1}{2} LI^2$ ' को आवश्यकता हुन्छ भनी प्रमाण देऊ ।
5. (a) Find the electric potential at a point \vec{r} from an electric dipole placed at the origin. 3
 मूलबिन्दुते थाका एकटि तडिङ्ग द्विमेरकेर जन्य कौन बिन्दुते तडिङ्गविभव निर्णय कर, यार अवस्थान भेक्टर \vec{r} ।
 दिशांक मूलमा राखिएको एउटा वैद्युतिय ध्रुव-जोडा देखि एउटा बिन्दु ' \vec{r} ' मा वैद्युतिय विभव खोज ।
 (b) An electric field $\vec{E} = 2ax\hat{x} + by\hat{y}$ is defined in the x - y plane. What is the charge density responsible for this field? 2
 x - y तले संज्ञात एकटि तडिङ्गक्षेत्र $\vec{E} = 2ax\hat{x} + by\hat{y}$ । तडिङ्ग क्षेत्रकेर जन्य दायी आधान घनत्व कि ?
 x - y समतलमा एउटा वैद्युतिक प्रवाह $\vec{E} = 2ax\hat{x} + by\hat{y}$ ईँ परिभाषित गरिएको छ । यस प्रवाह उत्पन्न हुनको निम्ति आवेश घनत्व कति हुन्छ ?

6. (a) Using Gauss's theorem, find the electric field at a point outside the outer surface of a uniformly charged spherical shell. 2
गाउससँ उपपाद्य ब्यवहार करे सुखमभावे आहित गोलीय खोलकेर बहिः पृष्ठेर बाहिरै अवस्थित कोन बिन्दुते तडिङ्गकक्षेत्र प्राबल्य निर्णय कर।
गौसको प्रमेय प्रयोग गर्दै, सामान रूपले आवेशित भएको एउटा गोलाकार खोसको बाहारी सतह देखि बाहिर रहेको एउटा बिन्दुमा वैद्युतिक प्रवाह खोज।
- (b) Sketch the M vs. H curves of a diamagnetic, paramagnetic and ferromagnetic material. Where M is the magnetization of the material and H is the magnetic intensity. 3
तिरस्रोतक, परास्रोतक ओ अयस्रोतक पदार्थेर जन्य M vs. H लेखखुलि अङ्कन कर। एखाने M हल चुम्बकनेर परिमात्रा (magnetization) एवम् H स्रोतकक्षेत्र प्राबल्य (field intensity)।
लौह चुम्बकिय, अनुचुम्बकिय अनि पराचुम्बकिय पदार्थहरूको ' M ' बनाम ' H ' वक्रहरू कोर, जहाँ ' M ' पदार्थको चुम्बकिकरण अनि ' H ' चुम्बकिय तीव्रता हो।

GROUP-C / विभाग-ग / समूह-ग

Answer any two questions from the following

10×2 = 20

निम्नलिखित से-कोन दुटि प्रश्नर उत्तर दाओ

कुनै दुईवटा प्रश्नहरूका उत्तर देऊ

7. (a) State Gauss's theorem in electrostatics and deduce its differential form. 1+1
स्थिर तडिङ्गविद्याय गाउससँ उपपाद्य विवृत कर एवम् उहार अवकल रूपटि निर्णय कर।
स्थिरवैद्युतिकीमा गौसको प्रमेय उल्लेख गरि यसको अवकल प्रारूप व्युत्पादन गर।
- (b) Using Gauss's theorem, find the electric field at a point close to the surface of a charged conductor. 2
गाउससँ उपपाद्य ब्यवहार करे एकटि आहित परिवहारी तलेर खुब निकटस्थ बिन्दुते तडिङ्गकक्षेत्र प्राबल्य निर्णय कर।
गौसको प्रमेय प्रयोग गरि, एउटा आवेशित संवाहकको सतहको नजिकको बिन्दुमा वैद्युतिक प्रवाह खोज।
- (c) Calculate the electrostatic pressure on a charged surface. 3
एकटि आहित तलेर उपर स्थिरताडिडितक चाप निर्णय कर।
एउटा आवेशित सतहको स्थिर वैद्युतिक चापको मान खोज।
- (d) Show that energy density of an electrostatic field in free space is given by $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$, 3
 E being the electric field.
देखाओ ये, शून्यास्थाने एकटि स्थिरताडिडितक क्षेत्रेर जन्य शक्ति घनत्व $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ येखाने E हल तडिङ्गकक्षेत्र प्राबल्य।
वैद्युतिक प्रवाह ' E ' भए आंतरिक्षिय वैद्युतिक प्रवाहमा ऊर्जा घनत्व $\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$ हो भन्ने प्रमाण देऊ।
8. (a) State and explain Biot-Savart law. Apply the law to find the magnetic field due to a circular current carrying loop at an axial point. 2+4
बायो-स्यार्वाट सूत्र विवृत ओ व्याख्या कर। इहार प्रयोगे एकटि तडिङ्गवाही वृत्ताकार लूपेर अक्षस्थित कोन बिन्दुते स्रोतकक्षेत्र प्राबल्य निर्णय कर।
बियो-सावाको नियम उल्लेख गरि व्याख्या गर। यस नियम प्रयोग गर्दै एउटा आवर्तिय आवेशधारा धारण गरिएको लूपको कारण एउटा अक्षीय बिन्दुमा चुम्बकिय प्रवाह खोज।
- (b) An infinitely long solenoid of radius ' a ' having ' n ' number of turns per unit length carries a current I . Find the magnetic vector potential at a distance r ($r > a$) from the axis of the solenoid. 4
प्रति एकक दैर्घ्ये n पाकविशिष्ट एवम् I प्रवाहमात्रा वहनकारी एकटि असीम-लम्बा सलिनयेडेर व्यासार्ध a । उहार अक्ष थेके r दूरस्थे ($r > a$) डेक्टर स्रोतक विभव निर्णय कर।
व्यासार ' a ' अनि मोड़ प्रति लमाई ' n ' भएको एउटा असीमित लमाईको परानालीले आवेशधारा ' I ' धारण गरिएको छ। परानालीको अक्ष देखि r ($r > a$) को दुरीमा चुम्बकिय सादिश विभव खोज।

9. (a) If $\vec{A} = (3x^2 + 6y)\hat{i} - 14yz\hat{j} + 20xz^2\hat{k}$, evaluate $\int_C \vec{A} \cdot d\vec{r}$ along the straight line joining

3

(0, 0, 0) to (1, 1, 1).

यदि $\vec{A} = (3x^2 + 6y)\hat{i} - 14yz\hat{j} + 20xz^2\hat{k}$ হয়, তবে (0, 0, 0) থেকে (1, 1, 1) বিন্দু পর্যন্ত সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর $\int_C \vec{A} \cdot d\vec{r}$ নির্ণয় কর।

यदि $\vec{A} = (3x^2 + 6y)\hat{i} - 14yz\hat{j} + 20xz^2\hat{k}$ भए, बिन्दुहरू (0, 0, 0) र (1, 1, 1) लाई जोड्ने रेखाको दिशा तर्फ $\int_C \vec{A} \cdot d\vec{r}$ को मूल्याङ्कन गर।

- (b) Prove that $\nabla^2(1/r) = 0$.

3

देखाओ षे, $\nabla^2(1/r) = 0$.

$\nabla^2(1/r) = 0$ भनि प्रमाण देऊ।

- (c) If $\vec{V} = (x + 2y + az)\hat{i} + (bx - 3y - z)\hat{j} + (4x + cy + 2z)\hat{k}$ is irrotational, find the values of a , b and c .

4

यदि $\vec{V} = (x + 2y + az)\hat{i} + (bx - 3y - z)\hat{j} + (4x + cy + 2z)\hat{k}$ একটি अघूर्ण (irrotational) ভেক্টর হয়, তবে a , b এবং c -এর মান নির্ণয় কর।

यदि $\vec{V} = (x + 2y + az)\hat{i} + (bx - 3y - z)\hat{j} + (4x + cy + 2z)\hat{k}$ अघुर्णिय भए, a , b अनि c हरूको मान खोज।

- 10.(a) Show that the equivalent inductance of two coils of self inductances L_1 and L_2 connected in parallel is

3

$$L_{eq} = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \pm 2M}$$

where M is the mutual inductance between the two coils.

देखाओ षे, L_1 এবং L_2 স্বাবেশাকের দুটি কুণ্ডলী সমান্তরালে যুক্ত থাকলে তুল্য স্বাবেশাক

$$L_{eq} = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \pm 2M}$$

যেখানে M হল কুণ্ডলী দুটির পারস্পরিক স্বাবেশাক।

स्वप्रेरत्व L_1 अनि L_2 भएका समानान्तर रूपले संयोजित भएका दुई कुण्डलीहरूको समतुल्य प्रेरत्व

$$L_{eq} = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \pm 2M}$$

हो भनि देखाऊ, जहाँ ' M ' दुई कुण्डली माझको पारस्परिक प्रेरत्व हो।

- (b) Find the capacitance of a spherical capacitor where the inner surface is earthed and the outer surface is charged.

4

একটি গোলায় ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় কর যার ভিতরের তল ভূ-সংলগ্ন ও বাইরের তল আহিত।

ভিত্তীয় সতহ ভূমীগত অনি বাহিরীয় সতহ আবেশিত गरिएको एउटा गोलाकार धारकको धारकत्व खोज।

- (c) A coil of self inductance 100 mH is connected in series with another coil of self inductance 169 mH. The effective inductance of the combination is found to be 70 mH. Determine the coefficient of coupling.

3

100 mH এবং 169 mH স্বাবেশাকের দুটি কুণ্ডলী শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত। উহাদের তুল্য স্বাবেশাক পাওয়া গেল 70 mH। কুণ্ডলীদ্বয়ের Coefficient of coupling নির্ণয় কর।

स्वप्रेरत्व 100 mH भएको एउटा कुण्डली, स्वप्रेरत्व 169 mH भएको अर्को कुण्डलीसंग श्रेणीबद्ध रूपमा संयोजित छन्। यस संयोजनको समतुल्य प्रेरत्व 70 mH रहेको छ। युग्मनको मापाङ्कको निर्धारण गर।

—x—