

স্নাতক পাঠ্যক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (Term End Examination) :

ডিসেম্বর, ২০১৪ ও জুন, ২০১৫

পদার্থবিদ্যা (Physics)

ঐচ্ছিক পাঠ্যক্রম (Elective)

নবম পত্র (9th Paper : Electricity and Magnetism)

সময় : দুই ঘন্টা

পূর্ণমান : ৫০

Time : 2 Hours

Full Marks : 50

মানের গুরুত্ব : ৭০%

Weightage of Marks : 70%

পরিমিত ও যথাযথ উত্তরের জন্য বিশেষ মূল্য দেওয়া হবে।
অশুদ্ধ বানান, অপরিচ্ছন্নতা এবং অপরিষ্কার হস্তাক্ষরের ক্ষেত্রে নম্বর
কেটে নেওয়া হবে। উপাত্তে প্রশ্নের মূল্যমান সূচিত আছে।

Special credit will be given for accuracy and relevance
in the answer. Marks will be deducted for incorrect
spelling, untidy work and illegible handwriting.

The weightage for each question has been
indicated in the margin.

১। যে-কোনো দুটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $10 \times 2 = 20$

ক) i) প্রমাণ করুন যে $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$, যেখানে
চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে।

ii) কিসফের সূত্রগুলি লিখুন। $6 + 8$

খ) i) অপ্রতিমিত হুইটস্টোন ব্রীজে গ্যালভানোমিটার
প্রবাহের রাশিমালা নির্ণয় করুন।

ii) হুইটস্টোন ব্রীজের সুবেদিতা কোন্ কোন্ বিষয়ের
উপর নির্ভর করে তা উল্লেখ করুন। $9 + 3$

গ) i) বায়ো-সার্ভার্টের সূত্রটি লিখুন। এই সূত্রের
সাহায্যে একটি বৃত্তাকার তড়িৎবাহী কুণ্ডলীর কেন্দ্র
থেকে d দূরত্বে অক্ষের উপর কোন বিন্দুতে চৌম্বক
ক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় করুন। $2 + 5$

ii) একটি বর্গাকার পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহের
ফলে সেটির কেন্দ্রে উৎপন্ন চৌম্বক প্রবাহ ঘনত্বের
রাশিমালা নির্ণয় করুন। 3

ঘ) i) স্বাবেশ গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দিন। একটি দীর্ঘ
সলিনয়েডের স্বাবেশ গুণাঙ্কের রাশিমালা নির্ণয়
করুন। $2 + 6$

ii) ব্যাখ্যা করুন — একটি টরয়েডকে অসীম দৈর্ঘ্যের
সলিনয়েড বলে গণ্য করা যায়। 2

২। যে-কোনো তিনটি প্রশ্নের উত্তর দিন : $6 \times 3 = 18$

ক) ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎচুম্বকীয় সূত্রগুলি ব্যবহৃত চিহ্নের
অর্থসহ লিখুন। এই সূত্রগুলির যে কোনও একটি প্রতিষ্ঠা
করুন। $8 + 2$

- খ) একটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের শক্তি ঘনত্ব কাকে বলা হয় ?
এটির রাশিমালা নির্ণয় করুন । ১ + ৫
- গ) নগণ্য রোধ বিশিষ্ট দুটি কুণ্ডলী সমান্তরালভাবে সজ্জিত আছে । তাদের স্বাবেশাক্ষ L_1 এবং L_2 এবং পারস্পরিক আবেশ M হলে প্রমাণ করুন যে সমবায়টির তুল্য স্বাবেশাক্ষ $L_{eq} = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \pm 2M}$. ৬
- ঘ) একটি পরিবর্তী প্রবাহ বর্তনীতে শক্তি অপচয়ের হারের রাশিমালা নির্ণয় করুন । এর থেকে প্রমাণ করুন যে একটি আদর্শ ধারক এবং একটি আদর্শ আবেশকের ক্ষেত্রে কোন শক্তির অপচয় হয় না । ৪ + ১ + ১
- ঙ) একটি সমান্তরাল অনুদী বর্তনীর সার্বিক রোধের রাশিমালা নির্ণয় করুন । তা থেকে অনুদাদ অবস্থায় সার্বিক রোধ কত নির্ণয় করুন । এই বর্তনীকে বর্জক বর্তনী বলা হয় কেন ? ৩ + ২ + ১
- চ) প্রমাণ করুন যে একটি আদর্শ ধারকের ক্ষেত্রে প্রযুক্ত পরিবর্তী বিভব তড়িৎপ্রবাহের সাপেক্ষে $\frac{\pi}{2}$ দশা পার্থক্যে পশ্চাৎগামী এবং একটি আদর্শ আবেশকের ক্ষেত্রে প্রযুক্ত পরিবর্তী বিভব তড়িৎপ্রবাহের সাপেক্ষে $\frac{\pi}{2}$ দশা পার্থক্যে অগ্রগামী । ৩ + ৩
- ছ) দুটি কুণ্ডলী ব্যবহার করে কিভাবে ঘূর্ণী চৌম্বকক্ষেত্র উৎপন্ন করা যায় ব্যাখ্যা করুন । ৬

- জ) প্রমাণ করুন যে একটি তাপযুগ্মের ক্ষেত্রে $\sigma_a - \sigma_b = \frac{T \cdot d^2 e}{dT^2}$, যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থে ব্যবহৃত । ৬
- ঝ) চৌম্বক বর্তনী বলতে কি বোঝায় ? একটি উদাহরণ দিন ।
চুম্বকত্ব চালক বল কাকে বলে ? তড়িৎ ও চৌম্বক বর্তনীর পার্থক্যগুলি লিখুন । ১ + ১ + ১ + ৩
- ৩। যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিন : ৩ × ৪ = ১২
- ক) স্থানিক আধান প্রবাহের ক্ষেত্রে প্রমাণ করুন যে আধান ঘনত্ব $\vec{J} = \rho \vec{V}$ যেখানে চিহ্নগুলি প্রচলিত অর্থ বহন করে । ৩
- খ) একটি সাইক্লোট্রোনে প্রোটন কণাগুলিকে ত্বরান্বিত করে তার বেগ 3×10^8 সেমি/সেকেন্ড করতে হবে । সাইক্লোট্রোনে প্রযুক্ত সুষম চৌম্বক প্রবাহ ঘনত্বের মান ১.৫ টেসলা হলে সাইক্লোট্রনের ব্যাসার্ধ ও প্রোটনের বৃত্তাকার পথে পরিভ্রমণের পর্যায়কাল নির্ণয় করুন । ৩
- গ) একটি লৌহখণ্ডকে প্রতি সেকেন্ডে ১০০ চক্রের একটি চুম্বকন চক্র পরিভ্রমণ করানো হয় । যদি লৌহের $B-H$ লুপের ক্ষেত্রফল 5×10^{-3} জুলের সমান হয় তবে প্রতি মিনিটে লৌহখণ্ডের উষ্ণতা বৃদ্ধি কত হবে ? ধরুন লৌহের ঘনত্ব = 7.7×10^3 কিগ্রা/মিটার^৩ এবং আপেক্ষিক তাপ = ৪৭০ জুল/কিগ্রা । ৩

EPH-IX (UT-195/15)

- ঘ) যুগ্মান গুণাঙ্ক 0 বা 1 হতে পারে এমন আবেশক ব্যবস্থার বর্ণনা দিন । ৩
- ঙ) L - R বর্তনীর সময় ধ্রুবক বলতে কি বোঝায় ? বৈদ্যুতিক সংযোগ বিচ্ছিন্ন করার জন্য সুইচ অফ করলে বৈদ্যুতিক স্প্রুলিঙ্গ দেখা যায় কেন ? ব্যাখ্যা করুন । ১ + ২
- চ) তড়িৎ বর্তনীর সর্বোচ্চ তড়িৎক্ষমতা বিনিময় সূত্রটি লিখুন ও সমপ্রবাহ বর্তনীর ক্ষেত্রে তা প্রমাণ করুন । ১ + ২
- ছ) l দৈর্ঘ্য এবং r ব্যাসার্ধের একটি সুষম প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট তারের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য V ও তার প্রবাহমাত্রা I হলে পয়েন্টিং ভেক্টরের মান ও অভিমুখ নির্ণয় করুন । প্রমাণ করুন যে প্রতি সেকেন্ডে শক্তি প্রবাহের হার = VI । ১ + ১ + ১
- জ) ত্বক ক্রিয়া কাকে বলা হয় ? এই ক্রিয়ার কারণ ব্যাখ্যা করুন । ১ + ২
- ঝ) ট্রান্সফরমারে ঘূর্ণ জনিত ক্ষয় বলতে কি বোঝায় ? এই ক্ষয় কোন্ কোন্ বিষয়ের ওপর নির্ভর করে ? এই ক্ষয় রোধ করার জন্য কি ব্যবস্থা অবলম্বন করা হয় ? ১ + ১ + ১
- ঞ) একটি আদর্শ 20 kVA ট্রান্সফরমারের মূখ্য কুণ্ডলীর বিভব 2000 ভোল্ট । মূখ্য ও গৌণ কুণ্ডলীর পাক সংখ্যার অনুপাত 1 : 100 হলে গৌণ কুণ্ডলীর প্রবাহমাত্রা কত ? ৩

EPH-IX (UT-195/15)

2

- ট) রূপার মধ্যে 6 MHz কম্পাঙ্কের তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও গতিবেগ নির্ণয় করুন ।
ধরুন রূপার ক্ষেত্রে $\sigma = 6 \times 10^7 \Omega/\text{m}$. ৩
- ঠ) একটি বিভব উৎসের সার্বিক রোধ $(100 + 50i) \Omega$ । বহিঃবর্তনীর সার্বিক রোধ কত হলে বহিঃবর্তনীতে শক্তি ক্ষয়ের হার সর্বোচ্চ হবে ? উৎসের বিভব 100 ভোল্ট হলে, শক্তি ক্ষয়ের হারের সর্বোচ্চ মান কত ? ১ + ২

(English Version)

1. Answer any *two* questions : $10 \times 2 = 20$

a) i) Prove that $\vec{\nabla} \cdot \vec{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$, where the symbols have their usual meanings.

ii) State Kirchhoff's laws. $6 + 4$

b) i) Find the expression for the galvanometer current in an unbalanced Wheatstone bridge.

ii) Mention the factors which determine the sensitivity of the Wheatstone bridge. $7 + 3$

c) i) State Biot-Savart's law. Apply the law to find the magnetic field at a distance d from the centre of a circular current carrying coil on its axis. $2 + 5$

ii) Find the expression for the magnetic field at the centre of a square shaped current carrying conductor. 3

d) i) Define coefficient of self-inductance. Find the expression for the coefficient of self-inductance of a long solenoid.

$2 + 6$

ii) Explain — A toroid can be considered as a solenoid of infinite length. 2

2. Answer any *three* questions : $6 \times 3 = 18$

a) Write Maxwell's electromagnetic equations mentioning the meanings of the symbols used. Establish any one of these equations.

$4 + 2$

b) What is meant by the energy density of an electromagnetic wave ? Find its expression.

$1 + 5$

c) Two coils of negligible resistances are arranged in parallel. The coefficient of self-inductance of the coil are L_1 and L_2 and their mutual inductance is M . Prove that the equivalent self-inductance of the combination is $L_{eq} = \frac{L_1 L_2 - M^2}{L_1 + L_2 \pm 2M}$. 6

EPH-IX (UT-195/15)

- d) Find the expression for the rate of energy loss in an a.c. circuit. Hence prove that no energy is dissipated in an ideal inductor and an ideal capacitor. 4 + 1 + 1
- e) Find the expression for the total impedance of a parallel resonant circuit. Hence find the total impedance at resonance. Why the circuit is called a rejector circuit ? 3 + 2 + 1
- f) Prove that in an ideal capacitor the applied alternating voltage lags the current by $\frac{\pi}{2}$ and in an ideal inductor the applied alternating voltage leads the current by $\frac{\pi}{2}$. 3 + 3
- g) Explain how a rotating magnetic field can be produced using two coils. 6
- h) Prove that in case of a thermocouple $\sigma_a - \sigma_b = \frac{T.d^2e}{dT^2}$, where the symbols have their usual meanings. 6
- i) What is meant by a magnetic circuit ? Give an example. What is magnetomotive force ? State the differences between an electric circuit and a magnetic circuit. 1 + 1 + 1 + 3

B.Sc.-705-G

[P.T.O.]

EPH-IX (UT-195/15)

2

3. Answer any four questions : 3 × 4 = 12
- a) Prove that in case of space charge, charge density $\vec{J} = \rho \vec{V}$, where the symbols have their usual meanings. 3
- b) In a cyclotron the protons have to be accelerated to a velocity of 3×10^8 cm/sec. The magnitude of the uniform magnetic flux density in the cyclotron is 1.5 Tesla. Find the radius of the cyclotron and the time period of the protons in the circular path. 3
- c) A piece of iron is subjected to a cycle of magnetisation at the rate 100 per second. The area of the *B-H* loop of iron is 5×10^3 J, density of iron = 7.7×10^3 kg/m³ and its specific heat is 470 joule/kg. Find the rise of temperature of the piece of iron per minute. 3
- d) Describe an arrangement of inductors where the coupling coefficient is 0 or 1. 3
- e) What is meant by the time constant of an *L-R* circuit ? When a switch is made off in an electric circuit an electric spark is produced. Explain why. 1 + 2

B.Sc.-705-G

- f) State the maximum power transfer theorem in an electric circuit. Prove the theorem in case of d.c. circuit. 1 + 2
- g) The potential difference across a wire of uniform cross-section of length l and radius r is V . It is carrying a current I . Find the magnitude and direction of the Poynting Vector. Prove that the rate of flow of energy/sec is VI . 1 + 1 + 1
- h) What is skin effect ? What is the reason for skin effect ? 1 + 2
- i) What is meant by eddy current loss in a transformer ? On what factors does it depend ? What measure is taken to minimise the loss ? 1 + 1 + 1
- j) In an ideal 20 kVA transformer the potential difference across the primary coil is 2000 V. The ratio of the number of turns of the primary and secondary coils is 1 : 100. What is the current through the secondary coil ? 3
- k) Find the wavelength and velocity of an electromagnetic wave of frequency 6 MHz inside silver.
Given for silver $\sigma = 6 \times 10^7 \Omega/\text{m}$. 3

- l) The impedance of a voltage source is $(100 + 50i) \Omega$. What must be the impedance of the external circuit so that the rate of energy loss in the external circuit is maximum ? If the source voltage be 100 V what is the maximum rate of dissipation of energy ? 1 + 2
