2021

PHYSICS — GENERAL

Second Paper

(Group - B)

Full Marks : 50

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১নং প্রশ্ন এবং অন্য ***যে-কোনো চারটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। ***যে-কোনো পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×৫

(ক) প্রমাণ করো স্থির তড়িৎক্ষেত্র অঘূর্ণক।

(খ) বিভিন্ন বিভবযুক্ত দুটি ধারক যাদের ধারকত্ব C_1 ও C_2 এবং এদের পৃথকভাবে Q_1 ও Q_2 আধান দেওয়া হল। এখন একটি সরু লম্বা পরিবাহী তারের সাহায্যে ধারকদুটিকে যুক্ত করা হলে এগুলির সাধারণ বিভব কত?

(গ) কোনো সরল তাপতড়িৎ বর্তনীর একটি সংযোগ উত্তপ্ত করা হল এবং অপরটি 0ºC তাপমাত্রায় রাখা হল। যদি এটির তড়িৎ চালক বল $e = bt + ct^2$ হয়, তাহলে নিরপেক্ষ তাপমাত্রা ও উৎক্রম তাপমাত্রা বের করো।

(ঘ) 10 volt মানের একটি ব্যাটারিকে 5 হেনরি স্বাবেশ গুণাঙ্ক এবং 10 Ω রোধযুক্ত একটি কুণ্ডলীর ওপর প্রয়োগ করা হল। সর্বোচ্চ প্রবাহমাত্রার অর্ধেক প্রবাহমাত্রায় পৌঁছতে কত সময় লাগবে?

(ঙ) তড়িৎ বর্তনী সংক্রান্ত নর্টন উপপাদ্য বিবৃত করো।

(চ) অ্যামপিয়ার-এর পরিক্রমণ উপপাদ্য বিবৃত করো ও ব্যাখ্যা করো।

(ছ) চৌম্বক পদার্থের ধারণ ক্ষমতা ও নিগ্রহ সহনশীলতা বলতে কী বোঝো?

(জ) A.C. উৎসের সঙ্গে যুক্ত ধারক ও আবেশক সমবায়ে নির্মিত সমান্তরাল অনুনাদী বর্তনীকে বর্জক বর্তনী বলা হয় কেন?

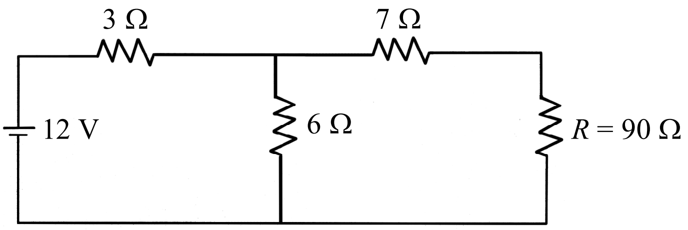
২। (ক) সুষম তড়িৎক্ষেত্রে (E) অবস্থিত q ও $-q$ আধান সম্পন্ন একটি তড়িৎদ্বিমেরুকে তড়িৎক্ষেত্রের সঙ্গে θ কোণে রাখলে, তড়িৎদ্বিমেরুর ওপর ক্রিয়াশীল টর্কের মান নির্ণয় করো। q ও $-q$ আধানদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব l।

(খ) সুষম তড়িৎক্ষেত্রে (E) m ভরযুক্ত q আধানে আহিত কণা h পথ অতিক্রম করলে কণাটির গতিশক্তির মান কত হবে?

(গ) একটি সমান্তরাল পাতধারকের দুই প্লেটের মাঝখানে একটি পরাবিদ্যুতের স্ল্যাব ঢোকানো হল। প্রমাণ করো যে ধারকের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ধারকত্ব দ্বিগুণ হবে যদি পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক $K = \dfrac{2x}{2x - d}$ হয়, যেখানে x = পরাবিদ্যুতের বেধ এবং d = পরাবিদ্যুৎ প্রবেশ করার পূর্বে বায়ুর বেধ।

(ঘ) 5 cm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি ধাতব বলে 100 esu আধান বর্তমান থাকলে সেটির প্রতি একক ক্ষেত্রফলে কত বল ক্রিয়া করবে তা নির্ণয় করো। ২+২+৩+৩

৩। (ক) নীচের চিত্রে প্রদর্শিত বর্তনীতে নর্টন উপপাদ্য প্রয়োগ করে $R = 90\ \Omega$ রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো।



(খ) পেলটিয়ার ক্রিয়া ব্যাখ্যা করো। তাপতড়িৎ ক্রিয়ায় টমসন ক্রিয়া বলতে কী বোঝো?

(গ) তাপতড়িৎ ক্রিয়ায় মধবর্তী ধাতুর সূত্র এবং মধ্যবর্তী তাপমাত্রার সূত্র দুটি লেখো। ৩+(২+২)+(১১/২+১১/২)

৪। (ক) বায়ো-সাভার্ট সূত্র ব্যবহার করে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুণ্ডলীর অক্ষের ওপর কোনো বিন্দুতে চুম্বক ক্ষেত্রের রাশিমালা নির্ণয় করো।

(খ) স্বাবেশ গুণাঙ্কের সংজ্ঞা দাও। L স্বাবেশাঙ্ক বিশিষ্ট একটি আবেশকের মধ্য দিয়ে I প্রবাহমাত্রা গেলে এর চৌম্বক ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।

(গ) $1{\cdot}6\times10^{-19}$C আধানবিশিষ্ট একটি কণা $3\hat{i}+2\hat{j}$ m/s গতিবেগ নিয়ে $\vec{E}=6\hat{i}+6\hat{j}+3\hat{k}\ V/\text{m}$ প্রাবল্যবিশিষ্ট তড়িৎক্ষেত্র ও $\vec{B}=\hat{j}+2\hat{k}$ Tesla প্রাবল্যবিশিষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে গমন করছে। কণাটির ওপর লরেঞ্জ বলের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩+(১+৩)+৩

৫। (ক) হিস্টেরেসিস্ কাকে বলে? ইস্পাত ও নরম লোহার হিস্টেরেসিস্ লুপের প্রকৃতি চিত্রসহ ব্যাখ্যা করো। এর মধ্যে কোন্ পদার্থটি তড়িৎচুম্বক নির্মাণে ব্যবহার করা উচিত— কারণসহ লেখো।

(খ) চৌম্বক ভেদ্যতা ও চৌম্বক প্রবণতার সংজ্ঞা দাও ও এদের মধ্যে সম্পর্কটি প্রতিষ্ঠা করো। (১+৩+২)+(২+২)

৬। (ক) শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত একটি ধারক ও রোধের বর্তনীতে স্থির d.c. তড়িৎচালক বল প্রয়োগ করা হল। ধারকটিতে আধান বৃদ্ধির সময়ে তাৎক্ষণিক আধানের রাশিমালা নির্ণয় করো। বর্তনীর সময়াঙ্ক বলতে কী বোঝো? সুইচ অন্ করলে ধারকের আধান কীভাবে পরিবর্তিত হয়, তা একটি লেখচিত্রের মাধ্যমে দেখাও। লেখচিত্রে সময়াঙ্ক চিহ্নিত করো।

(খ) শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত 40 μF ধারকত্বের একটি ধারক এবং 2K Ω রোধের একটি রোধকের সঙ্গে 200 Volt d.c. সরবরাহ যুক্ত করা হল। 0.04 sec পরে ধারকে সঞ্চিত শক্তির মান নির্ণয় করো। (৪+১+১+১)+৩

৭। (ক) একটি শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত LCR a.c. বর্তনীতে অনুনাদ কম্পাঙ্কের রাশিমালা প্রতিষ্ঠা করো।

(খ) একটি পরিবর্তী তড়িৎচালক বল $E = E_0 \sin \omega t$ দ্বারা প্রকাশ করা হল। এটির গড় মান ও কার্যকর (rms) মান নির্ণয় করো।

(গ) একটি 20 Ω রোধক এবং 1 Henry আবেশক শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত। এই সমবায়ের সঙ্গে কত মানের ধারক শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত করলে সর্বোচ্চ তড়িৎপ্রবাহ পাওয়া যাবে? দেওয়া আছে একটি 200 Volt, 50 cycles / sec a.c. মেইনস ওই বর্তনীতে তড়িৎপ্রবাহ পাঠাচ্ছে। ৪+৪+২

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer ***question no.*** **1** and ***any four*** questions from the rest.

1. Answer ***any five*** questions : 2×5

(a) Prove that electrostatic field is irrotational.

(b) Two capacitors of capacitance C_1 and C_2 are given charge Q_1 and Q_2 separately at different potential. Now if the two are connected by a metallic conducting wire, find their common potential.

(c) Put a junction of a thermocouple at constant temperature 0ºC and the other junction is heated. If the emf of the thermocouple be $e = bt + ct^2$, then find the neutral temperature and temperature of inversion.

(d) A battery of 10 Volt is connected to a coil of self inductance 5 Henry and of resistance 10 Ω. Calculate the time required by the current to attain to half of its maximum value.

(e) State Norton's theorem on electrical circuits.

(f) State and explain Ampere's circuital theorem.

(g) What are retentivity and coercivity of a magnetic material?

(h) Why is a circuit with an a.c. source consisting of a capacitor and inductor in parallel often called a rejector circuit?

2. (a) Find the torque on an electric dipole having two charges q and $-q$ separated by a distance l placed in an uniform electric field (E) making an angle θ with electric field.

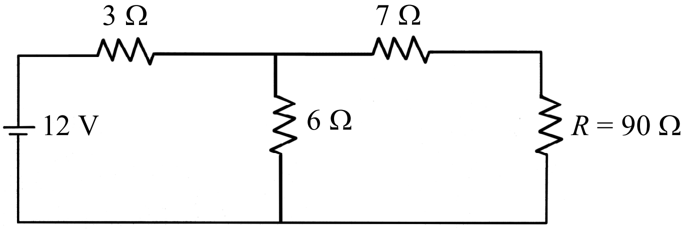
(b) Calculate the gain in kinetic energy by a charged particle of charge q and mass m which moves a distance h along the electric field E.

(c) A dielectric slab is being inserted between two plates of a parallel plate capacitor. Prove that the capacitance of this capacitor per unit area is doubled if the dielectric constant is $K = \frac{2x}{2x-d}$ where d = width of air between two plates before inserting the dielectric slab, x = width of dielectric slab.

(d) A metal ball of radius 5 cm is given a charge of 100 esu. Find the force acting on it per unit area.

2+2+3+3

3. (a) Use Norton's theorem to find the current passing through the resistance $R = 90\Omega$.



(b) Explain the Peltier effect. What do you mean by Thomson effect in thermoelectric effect?

(c) Illustrate the law of intermediate metals and the law of intermediate temperature in connection with thermoelectricity. 3+(2+2)+(1½+1½)

Please Turn Over

4. (a) Using Biot-Savart law derive an expression for magnetic field intensity at a point on the axis of a circular coil of wire carrying electric current.

(b) Define coefficient of self inductance. Determine the amount of energy stored in the magnetic field of an inductor of self inductance L, when a current I flows through it.

(c) A particle having charge $1{\cdot}6\times10^{-19}$C is moving with a velocity $3\hat{i}+2\hat{j}$ m/s in an electric field $\vec{E}=6\hat{i}+6\hat{j}+3\hat{k}$ V/m and a magnetic field $\vec{B}=\hat{j}+2\hat{k}$ Tesla. Find Lorentz force on the particle.

3+(1+3)+3

5. (a) Define hysteresis. Draw and explain the hysteresis loops of steel and soft iron. Which one of these two is used to make electromagnet and why?

(b) Define magnetic permeability and susceptibility. Establish a relation between them.

(1+3+2)+(2+2)

6. (a) Derive an expression for the instantaneous charge during growth of charge on a condenser connected in series to a resistor and a steady d.c. emf is applied to the circuit. What do you mean by time constant of the circuit? Draw a graphical sketch to show the nature of the charge flow w.r.t. time when the circuit is switched 'on'. Mark the time constant on the graph.

(b) A 40 μF capacitor in series with a 2 KΩ resistor is connected across a 200 Volt d.c source. Determine the energy stored in the capacitor at time 0.04 sec. (4+1+1+1)+3

7. (a) Obtain an expression for resonant frequency of a series LCR a.c. circuit.

(b) An alternating emf is represented by $E=E_0\sin\omega t$. Find mean and rms value of emf.

(c) A resistance of 20 Ω is joined in series with an inductance of 1 Henry. What capacitance should be put in series with the combination to obtain the maximum current? The current is being supplied by 200 volt, 50 cycles/sec A.C. mains. 4+4+2