

2019

## PHYSICS — GENERAL

Paper : CC/GE-2

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 আরো যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

(ক) স্থির তড়িৎ-বিদ্যায় গাউসের উপপাদ্যটি বিবৃত করো এবং ব্যাখ্যা করো।

(খ) ভেক্টরক্ষেত্র,  $\vec{E} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$  কোনো তড়িৎক্ষেত্র নির্দেশ করে কিনা বিচার করো।

(গ) চৌম্বকক্ষেত্রের ডাইভারজেন্স কী হয়? এর তাৎপর্য সম্বন্ধে মন্তব্য করো।

(ঘ)  $2\mu\text{C}$ -এর একটি তড়িৎ আধান  $(2\hat{i} + 2\hat{j}) \times 10^6 \text{ m/s}$  বেগে 5 টেসলা মানযুক্ত  $z$ -অভিমুখে ক্রিয়াশীল চৌম্বকক্ষেত্রের মধ্যে গতিশীল। আধানটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় করো।

(ঙ) কুণ্ডলীর ক্ষেত্রে স্বাবেশাক্ষের সংজ্ঞা দাও। এর একক কী?

(চ) তড়িৎ বতনীর ক্ষেত্রে থেভেনিন-এর উপপাদ্যটি লেখো।

(ছ) তড়িৎচুম্বকীয় তত্ত্বে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লেখো।

২। (ক) গাউসের সূত্রের সমাকল রূপ থেকে অবকল রূপটি নির্ণয় করো।

(খ) গাউসের সূত্র প্রয়োগ করে সুসমভাবে আহিত একটি অসীম রেখার জন্য তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করো।

(গ) কোনো স্থানের প্রদত্ত তড়িৎ বিভব  $V = K(x + y)$ ,  $K$  একটি ধ্রুবক। ওই স্থানের তড়িৎক্ষেত্র ও আধানঘনত্ব নির্ণয় করো।  
২+৪+(২+২)

৩। (ক) কোনো পরিবাহীর মধ্যে তড়িৎক্ষেত্র শূন্য হয় কেন ব্যাখ্যা করো।

(খ) তড়িৎ দ্বিমেরু কী?  $\vec{p}$  ভ্রামকের কোনো তড়িৎ দ্বিমেরুর কেন্দ্রের সাপেক্ষে  $P(r, \theta)$  বিন্দুতে তড়িৎ বিভব ও তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করো।

(গ) একটি সমান্তরাল ধারকের পাতদুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 'd'। এর মধ্যে 't' বেধের একটি পরাবৈদ্যুতিক ফলক প্রবেশ করানো হল।

দেখাও যে ফলকের পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান  $K = \frac{2t}{2t-d}$  হলে ধারকের ধারকত্ব দ্বিগুণ হবে। ২+(১+৪)+৩

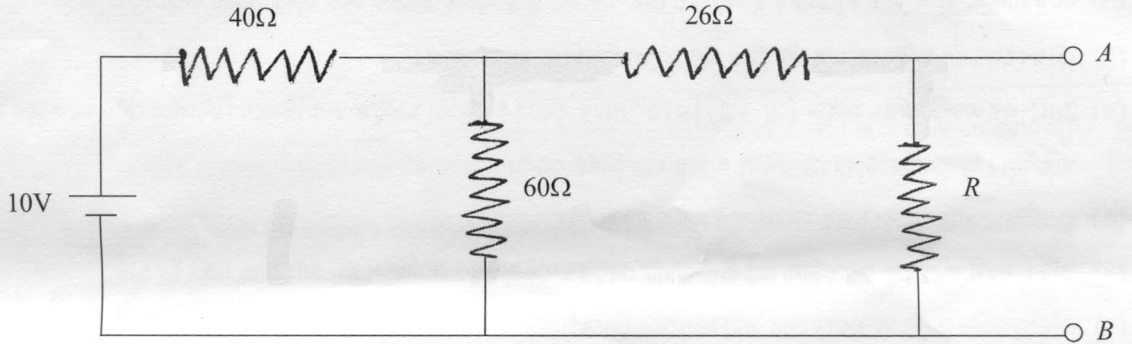
Please Turn Over

- ৪। (ক) বায়ো-সার্ভিস সূত্রটি বিবৃত করো। একটি ঋজু সসীম দৈর্ঘ্যের তড়িৎবাহী তারের নিকট কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের রাশিমালা নির্ণয় করো। একটি অসীম দৈর্ঘ্যের পরিবাহী তারের ক্ষেত্রে এর মান কী হবে?
- (খ) দুটি সোজা ও লম্বা পরিবাহী তার সমান্তরালভাবে 18cm ব্যবধানে রাখা আছে। তারদুটির মধ্য দিয়ে যথাক্রমে 8A ও 12A স্থির তড়িৎ একই অভিমুখে প্রবাহিত হয়। কোনো একটি পরিবাহী থেকে কত লম্বদূরত্বে চৌম্বকক্ষেত্রের মান শূন্য হবে?
- (গ) স্থায়ী চুম্বক নির্মাণের জন্য কী ধরনের চৌম্বক পদার্থ ব্যবহৃত হয়? (১+৩+১)+৩+২

৫। (ক) তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের সূত্রগুলি বিবৃত করো।

- (খ) একটি বায়ুমণ্ডলীয় সলিনয়েডের স্বাবেশাঙ্ক নির্ণয় করো। যদি এর মধ্য দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তবে এতে সঞ্চিত চৌম্বকশক্তির মান নির্ণয় করো।
- (গ) চৌম্বক ভেদ্যতা ও চৌম্বক প্রবণতার সংজ্ঞা দাও। রৈখিক চৌম্বক মাধ্যমের ক্ষেত্রে এদের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২+৪+(২+২)

- ৬। (ক) সর্বোচ্চ ক্ষমতা স্থানান্তরের উপপাদ্যটি (Maximum Power Transfer Theorem) বিবৃত করো এবং ব্যাখ্যা করো।
- (খ) থেভেনিন উপপাদ্য প্রয়োগ করে নীচের বর্তনীর  $R = 10\Omega$  রোধকের মধ্য দিয়ে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো :



- (গ) একটি আবেশক  $L$ , একটি ধারক  $C$  এবং একটি রোধক  $R$  শ্রেণি সমবয়ে সংযুক্ত করে তড়িৎচালক বল  $e(t) = E_0 \sin \omega t$  প্রয়োগ করা হল। বর্তনীর প্রতিঘাত (Impedance  $Z$ ) এবং তাৎক্ষণিক প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। ২+৪+(৩+১)
- ৭। (ক) ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎচুম্বকীয় সমীকরণের সাহায্যে পয়েন্টিং-এর উপপাদ্য প্রতিষ্ঠা করো। পয়েন্টিং ভেক্টর  $\vec{s}$  -এর SI একক ও মাত্রা নির্ণয় করো।
- (খ) একটি ধারককে আহিত করতে শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।
- (গ) তিরশ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক এবং অয়শ্চৌম্বক পদার্থের দুটি ধর্মের তুলনা করো। (৩+১+১)+২+৩

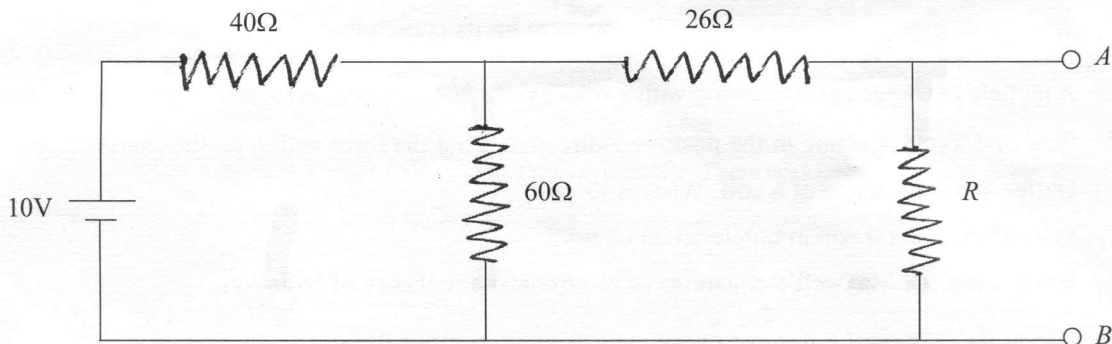
## [English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

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

1. Answer **any five** questions : 2×5
  - (a) State and explain Gauss' theorem of electrostatics.
  - (b) Justify whether  $\vec{E} = y^2\hat{i} + (2xy + z^2)\hat{j} + 2yz\hat{k}$  represents an electrostatic field.
  - (c) What is divergence of magnetic field? Comment on its consequence.
  - (d) A particle of charge  $2\mu\text{C}$  is moving with a velocity of  $(2\hat{i} + 2\hat{j}) \times 10^6$  m/s in a region where magnetic field of 5 Tesla is acting in the positive  $z$ -direction. Find the force acting on the charged particle.
  - (e) Define self-inductance of a coil. What is its unit?
  - (f) State Thevenin's theorem on electrical circuits.
  - (g) Write down the Maxwell's equations of electromagnetic theory of radiation.
  
2. (a) Obtain the differential form of Gauss' law from its integral form.
  - (b) Apply Gauss' law to find the electric field due to an infinite line charge having uniform line charge density.
  - (c) The electrostatic potential in some region is given as  $V = K(x + y)$ ,  $K$  is a constant. Find the electric field and volume charge density in that region. 2+4+(2+2)
  
3. (a) Explain why the electric field is zero inside a conductor.
  - (b) What is an electric dipole? Calculate the electric potential and field at  $P(r, \theta)$  point with respect to the centre of the dipole of moment  $\vec{p}$ .
  - (c) The distance between the plates of a parallel plate air condenser is  $d$ . A dielectric slab of thickness  $t$  is introduced in the air gap. Show that the capacitance of the condenser will be doubled if the dielectric constant of the slab is  $K = \frac{2t}{2t - d}$ . 2+(1+4)+3
  
4. (a) State Biot-Savart's law. Determine an expression for magnetic field at a point near a straight current carrying wire of finite length. What will be its value for an infinitely long straight conductor?
  - (b) Two parallel and long straight conductors are kept at 18cm apart. Steady currents of 8A and 12A flow through each of them in the same direction. Determine the perpendicular distance from any of the conductors where there is no magnetic field.
  - (c) What type of magnetic material is chosen for permanent magnet? (1+3+1)+3+2

5. (a) State the laws of electromagnetic induction.
- (b) Determine the self-inductance of a solenoid of length 1m and 10cm diameter having 5000 turns. Find the magnetic energy stored in it, if a current of 1A flows through it. Consider the solenoid to be air-core.
- (c) Define magnetic permeability and susceptibility. In case of a linear magnetic material, establish the relation between them. 2+4+(2+2)
6. (a) State and explain the maximum power transfer theorem.
- (b) Using Thevenin's theorem, determine the current through the resistance  $R = 10\Omega$  (in the circuit below) :



- (c) An inductor  $L$ , a capacitor  $C$  and a resistor  $R$ , connected in series is fed by an emf  $e(t) = E_0 \sin \omega t$ . Determine the impedance  $Z$  of the circuit and also the instantaneous current. 2+4+(3+1)
7. (a) Starting from Maxwell's electromagnetic field equations, establish the Poynting's theorem. Determine the SI unit and the dimension of the Poynting vector  $\vec{s}$ .
- (b) Find out the energy required to charge a capacitor.
- (c) Compare two properties of diamagnetic, paramagnetic and ferromagnetic materials. (3+1+1)+2+3