

2021

PHYSICS — GENERAL
(2018 - 19 and 2019 - 20 Syllabus)

Paper : GE/CC-2
(Electricity and Magnetism)

Full Marks : 50

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

(পাঠ্যক্রম - ২০১৮)

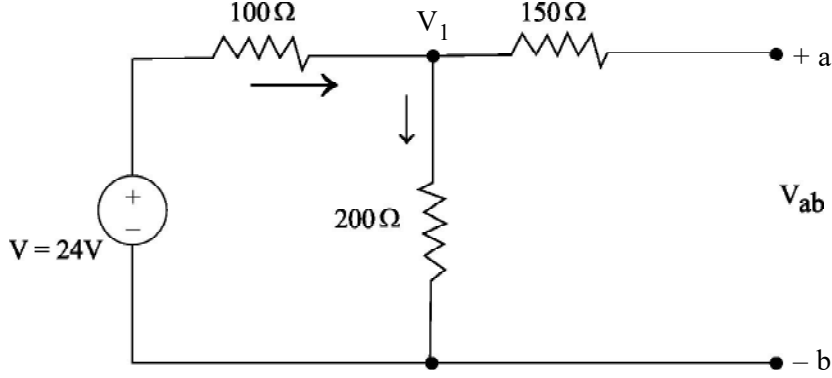
প্রাস্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

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

- ১। **যে-কোনো পাঁচটি** প্রশ্নের উত্তর দাও : ২×৫
- (ক) থেভেনিন উপপাদ্যটি বিবৃত করো।
- (খ) কোনো পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যমের আপেক্ষিক তড়িৎভেদ্যতার সংজ্ঞা দাও।
- (গ) একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর ভ্রামক p হলে, এর বিভব-এর রাশিমালাটি লেখো।
- (ঘ) শ্রেণিসমবায়ী একটি অনুদী LCR বর্তনীর প্রতিবন্ধকতা (impedance) কত হয় এবং কেন?
- (ঙ) 10 cm দৈর্ঘ্যের দুটি সমান্তরাল তার পরস্পর হতে 2 সেমি দূরে অবস্থিত। যদি এদের মধ্যে দিয়ে যথাক্রমে 30A ও 40A তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তাহলে এরা পরস্পরের উপর কত বল প্রয়োগ করবে তা নির্ণয় করো।
- (চ) স্থির তড়িৎবিদ্যায় গাউসের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।
- (ছ) পয়েন্টিং ভেক্টরের ভৌত ব্যাখ্যা কী?
- ২। (ক) গাউসের উপপাদ্যটি ব্যবহার করে কুলম্বের সূত্রটি উপস্থাপিত করো। এর জন্য প্রয়োজনীয় স্বীকার্যগুলি উল্লেখ করো।
- (খ) যদি ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি নিম্নাভিমুখী তড়িৎপ্রাবল্যের মান 330V/m হয় তাহলে ভূপৃষ্ঠে আধানের তল-ঘনত্ব নির্ণয় করো।
- (গ) স্থিরতড়িৎ ক্ষেত্রে প্রতি একক আয়তনে শক্তি-এর রাশিমালা নির্ণয় করো। (৪+১)+৩+২
- ৩। (ক) যে-কোনো রৈখিক নেটওয়ার্কের জন্য একটি উপযুক্ত বর্তনীর ছবিসহ নর্টন-এর উপপাদ্যটি লেখো এবং ব্যাখ্যা করো।
- (খ) দেখাও যে সর্বোচ্চ ক্ষমতা হস্তান্তরের সময় দক্ষতা 50% হয়।
- (গ) একটি LCR শ্রেণিসংযোগ বর্তনীর বৈশিষ্ট্যমূলক প্রতিবন্ধকতা (ইমপিডেন্স) নির্ণয় করো।

Please Turn Over

(ঘ) নিম্নে প্রদত্ত বর্তনীটিকে খেভেনিন সমতুল্য বর্তনীতে উপস্থাপনা করো :



৩+২+২+৩

৪। (ক) তড়িৎপ্রবণতা ও তড়িৎভেদ্যতা-র সংজ্ঞা দাও।

(খ) দুটি বিন্দু আধানের মান $+q$ এবং তারা যথাক্রমে $(a, a, 0)$ ও $(a, 0, 0)$ অবস্থানে অবস্থিত। এই আধান বিন্যাসের দ্বিমেরু ভ্রামকের মান নির্ণয় করো।

(গ) রৈখিক এবং অরৈখিক পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম বলতে কী বোঝায়?

(ঘ) কুলম্ব-এর সূত্রটি লেখো। একটি সুযমভাবে আহিত চাকতির কেন্দ্রবিন্দুতে তড়িৎ বিভব ও তড়িৎক্ষেত্রের রাশিমালা নির্ণয় করো।

২+২+২+৪

৫। (ক) একটি লম্বা সলিনয়েড-এর ক্ষেত্রে দেখাও যে এর অভ্যন্তরীণ কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র প্রাবল্য যে-কোনো একটি প্রান্তের প্রাবল্যের দ্বিগুণ।

(খ) লরেঞ্জ বল কী?

(গ) অয়শ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক এবং তিরশ্চৌম্বক পদার্থ কীভাবে আলাদা করে চেনা যায় লেখো।

(ঘ) একটি 0.05 m ব্যাসার্ধ ও 2 mm বেধযুক্ত চুম্বকিত চাকতির চুম্বকনের পরিমাত্রা 3.2×10^6 A/m। চাকতির কেন্দ্র থেকে 8 cm দূরে অক্ষের উপর অবস্থিত কোনো বিন্দুতে চৌম্বক বিভব এবং চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় করো।

৩+২+২+৩

৬। (ক) একটি কুণ্ডলীর স্বাবেশ গুণাঙ্ক বলতে কী বোঝো?

(খ) দেখাও যে একটি আবেশকের মধ্যে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালাটি হল: $W = \frac{1}{2} LI^2$.

(গ) চৌম্বক দ্বিমেরু বলতে কী বোঝো?

(ঘ) একটি পরমাণুর কেন্দ্রকের চতুর্দিকে একটি ইলেকট্রন 5.26×10^{-11} m ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে 2.2×10^6 m/s বেগে ঘুরছে। এর কেন্দ্রে চৌম্বকক্ষেত্রের মান এবং কক্ষপথের তুল্য চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক হিসাব করো।

(ইলেকট্রনের আধান 1.6×10^{-19} C)

২+৩+২+৩

- ৭। (ক) ব্যবহৃত চিহ্নগুলির ব্যাখ্যাসহ তড়িৎচুম্বকীয়তত্ত্ব সম্পর্কিত শূন্য মাধ্যমে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লেখো।
 (খ) তড়িতপ্রবাহ ঘনত্বের নিরবচ্ছিন্নতার সমীকরণটি উৎপন্ন করো।
 (গ) তড়িৎ সরণ ভেক্টর \vec{D} -এর মাত্রা নির্ণয় করো।

8+8+2

(Syllabus - 2018)

[English Version]

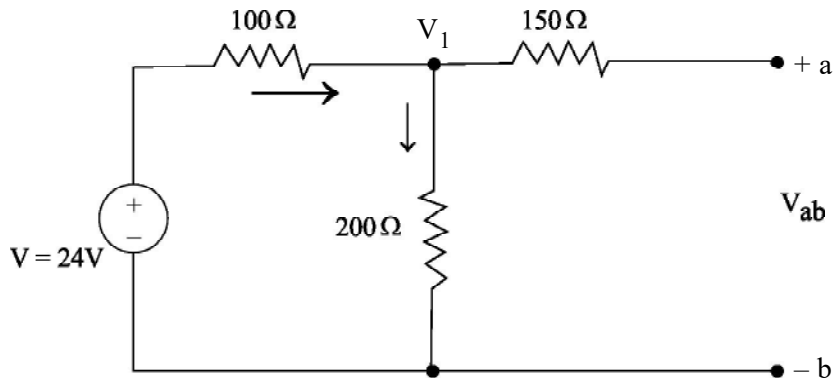
The figures in the margin indicate full marks.

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

1. Answer **any five** questions : 2×5
- (a) State Thevenin's theorem.
 (b) Define relative permittivity of a dielectric medium.
 (c) Write down the expression of potential for a dipole with moment \vec{p} .
 (d) What will be the impedance of a series LCR circuit at resonance and why?
 (e) Two straight wires, each of 10 cm long, are parallel to each another and separated by a distance of 2 cm. If currents of 30A and 40A flow through them respectively, then calculate the force experienced by either of the wires.
 (f) State Gauss' theorem in electrostatics.
 (g) Give physical explanation of Poynting vector.
2. (a) Derive Coulomb's law from Gauss' theorem. Write down the essential assumptions for this derivation.
 (b) If the intensity of the electric field near the earth's surface is 330 V/m directed downwards, calculate the surface density of charge on the earth's surface.
 (c) Find the expression of Energy per unit volume in electrostatic field. (4+1)+3+2
3. (a) Write and explain Norton's theorem for linear network with proper circuit diagram.
 (b) Show that the efficiency during maximum power transfer is 50%.
 (c) Find the characteristic impedance of an LCR series circuit.

Please Turn Over

- (d) Find the Thevenin equivalent circuit representation of the following circuit.



3+2+2+3

4. (a) Define electric susceptibility and permittivity.
 (b) Two point charges of magnitude $+q$ are situated at $(a, a, 0)$ and $(a, 0, 0)$ respectively. Calculate the dipole moment of the charge distribution.
 (c) What do you mean by linear and non-linear dielectric medium?
 (d) State Coulomb's law. Find the electric potential and field due to a uniformly charged disc at the centre of it. 2+2+2+4
5. (a) In case of a long solenoid show that the magnetic field intensity at a point well inside the solenoid is double that at the end.
 (b) What is Lorentz force?
 (c) How can you distinguish between a ferromagnetic, paramagnetic and diamagnetic material?
 (d) A magnetic shell is in the shape of a disc of radius 0.05m . Its intensity of magnetization is $3.2 \times 10^6 \text{ A/m}$ and its thickness is 2mm . Calculate the potential and magnetic field on the axis of the disc at a distance of 8 cm from the centre. 3+2+2+3
6. (a) What do you mean by self-inductance of a coil?
 (b) Show that the magnetic energy stored in an inductor is given by $W = \frac{1}{2} LI^2$.
 (c) What is a magnetic dipole?
 (d) An electron of an atom moves a round a nucleus in a circular path of radius $5.26 \times 10^{-11} \text{ m}$ with a velocity $2.2 \times 10^6 \text{ m/s}$. Calculate the magnetic field at the centre and equivalent magnetic dipole moment of the orbit. [Charge of the electron = $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$]. 2+3+2+3
7. (a) Write down the Maxwell's equations of electromagnetism in free space with the explanation of the symbols.
 (b) Deduce the equation of continuity for current density.
 (c) Find the dimension of the electric displacement vector \vec{D} . 4+4+2

(পাঠ্যক্রম - ২০১৯)

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

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

১। যে-কোনো পাঁচটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×৫

- (ক) প্রদত্ত ভেক্টর দুটি দ্বারা গঠিত তলের উপর লম্ব একটি ভেক্টর নির্ণয় করো, যেখানে $\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $\vec{B} = \hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$.
- (খ) শূন্য মাধ্যমের তড়িৎভেদ্যতার (ϵ_0) SI একক বাহির করো।
- (গ) একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর ভ্রামক \vec{p} হলে, এর বিভব-এর রাশিমালাটি লেখো।
- (ঘ) $2m^2$ ক্ষেত্রফলের দুটি ধাতব পাত পাশাপাশি 10 cm দূরত্বে রাখা আছে, যাদের ভেতরের পৃষ্ঠ সমান ও বিপরীত আধানবিশিষ্ট। এদের মধ্যবর্তী স্থানে তড়িৎপ্রাবল্যের মান 100 N/C, হলে পাতে আধানের পরিমাণ কত?
- (ঙ) 10 সেমি. দৈর্ঘ্যের দুটি সমান্তরাল তার পরস্পর হতে 2 সেমি দূরে অবস্থিত। যদি তাদের মধ্য দিয়ে যথাক্রমে 30A ও 40A তড়িৎ প্রবাহিত হয় তাহলে তারা পরস্পরের উপর কত বল প্রয়োগ করবে তা নির্ণয় করো।
- (চ) তড়িৎচুম্বকীয় আবেশের ক্ষেত্রে লেঞ্জের সূত্রটি বিবৃত করো।
- (ছ) পয়েন্টিং ভেক্টর কী?

২। (ক) $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$ হলে $\vec{\nabla} \left(\frac{1}{r^3} \right)$ -এর মান নির্ণয় করো।(খ) একটি স্কেলার ক্ষেত্র $\phi(x, y, z)$ এবং ভেক্টর ক্ষেত্র $\vec{V}(x, y, z)$ হলে,প্রমাণ করো : $\vec{\nabla} \times (\phi \vec{V}) = (\vec{\nabla} \phi) \times \vec{V} + \phi (\vec{\nabla} \times \vec{V})$ এখন, \vec{V} যদি একটি অ-শূন্য ধ্রুবক ভেক্টর ক্ষেত্র \vec{C} হয় তাহলেস্টোকস-এর তত্ত্ব ব্যবহার করে প্রমাণ করো যে, $\oint_C \phi d\vec{r} = \iint_S d\vec{S} \times \vec{\nabla} \phi$, যেখানে S তলটির সীমারেখা, বক্ররেখা C দ্বারা

আবদ্ধ।

(গ) 'a' -এর কোন মানের জন্য $2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ এবং $a\hat{i} + 6\hat{j} - 8\hat{k}$ ভেক্টর দুটি সমরৈখিক হবে। ৩+(২+৩)+২

৩। (ক) বৈদ্যুতিন সম্বন্ধে গাউস-এর সূত্রটি লেখো এবং প্রমাণ করো। এটি ব্যবহার করে একটি অভিন্নভাবে আহিত পাতলা পাত-এর নিকটবর্তী বিন্দুতে তড়িৎক্ষেত্রের মান নির্ণয় করো।

(খ) যদি ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি নিম্নাভিমুখী তড়িৎপ্রাবল্যের মান 330 V/m হয়, তাহলে ভূপৃষ্ঠে আধানের তলঘনত্ব নির্ণয় করো।

(গ) বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে প্রতি একক আয়তনে শক্তি-এর রাশিমালা নির্ণয় করো। (৩+২)+৩+২

Please Turn Over

- ৪। (ক) তড়িৎ প্রবণতা ও ভেদ্যতা-র সংজ্ঞা দাও।
- (খ) দুটি বিন্দু আধানের মান $+q$ এবং তারা যথাক্রমে $(a, a, 0)$ ও $(a, 0, 0)$ অবস্থানে অবস্থিত। এই আধান বিন্যাসের দ্বিমেরু ভ্রামকের মান নির্ণয় করো।
- (গ) রৈখিক এবং অ-রৈখিক পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম বলতে কী বোঝায়?
- (ঘ) কুলম্ব-এর সূত্রটি লেখো। একটি অভিন্নভাবে আহিত চাকতির মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ ক্ষেত্রের রাশিমালা নির্ণয় করো। ২+২+২+৪
- ৫। (ক) একটি লম্বা সলিনয়েড-এর ক্ষেত্রে দেখাও যে এর অভ্যন্তরীণ কোনো বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র প্রাবল্য যে-কোনো একটি প্রান্তের প্রাবল্যের দ্বিগুণ।
- (খ) লরেঞ্জ বল কী?
- (গ) অয়শ্চৌম্বক, পরাচৌম্বক এবং তিরশ্চৌম্বক পদার্থ কীভাবে আলাদা করে চেনা যায় লেখো।
- (ঘ) চাকতি আকৃতির একটি চৌম্বক খোলকের ব্যাসার্ধ 0.05 m । এর বেধ 2 mm এবং চুম্বকের পরিমাত্রা $3.2 \times 10^6\text{ A/m}$ । এর কেন্দ্র থেকে 8 cm দূরে অক্ষের উপর অবস্থিত কোনো বিন্দুতে বিভব এবং প্রাবল্য নির্ণয় করো। ৩+২+২+৩
- ৬। (ক) একটি কুণ্ডলীর স্ববেশ গুণাক্ত বলতে কী বোঝায়?
- (খ) দেখাও যে একটি আবেশক-এর মধ্যে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালাটি হল $W = \frac{1}{2} LI^2$ ।
- (গ) চৌম্বক দ্বিমেরু বলতে কী বোঝায়?
- (ঘ) একটি পরমাণুর কেন্দ্রকের চতুর্দিকে একটি ইলেকট্রন $5.26 \times 10^{-11}\text{ m}$ ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে $2.2 \times 10^6\text{ m/s}$ বেগে ঘুরছে। এর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান এবং কক্ষপথের তুল্য চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক হিসাব করো।
(ইলেকট্রনের আধান $1.6 \times 10^{-19}\text{ C}$) ২+৩+২+৩
- ৭। (ক) ব্যবহৃত চিহ্নগুলির ব্যাখ্যা-সহ তড়িৎচুম্বকত্ব সম্পর্কিত শূন্য মাধ্যমে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লেখো।
- (খ) প্রবাহ ঘনত্বের নিরবচ্ছিন্নতার সমীকরণটি উৎপন্ন করো।
- (গ) বৈদ্যুতিক সরণ ভেক্টর \vec{D} -এর মাত্রা নির্ণয় করো। ৪+৪+২

(Syllabus - 2019)

[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) Find a vector perpendicular to the plane of the vectors $\vec{A} = 3\hat{i} - 2\hat{j} + 4\hat{k}$ and $\vec{B} = \hat{i} + \hat{j} - 2\hat{k}$.

- (b) Find the SI unit of permittivity (ϵ_0) of free space.
- (c) Write down the expression of potential for a dipole with moment \vec{p} .
- (d) Two metal plates of area 2m^2 face each other with a separation of 10 cm and carry equal and opposite charges on their inner surface. If the electric field between the plates is 100 N/C, find the charge on the plates.
- (e) Two straight wires, each of 10 cm long, are parallel to one another and separated by a distance of 2 cm. If currents of 30A and 40A flow through them respectively, then calculate the force experienced by either of the wires.
- (f) State Lenz's law for electromagnetic induction.
- (g) What is Poynting vector?
2. (a) Calculate $\vec{\nabla} \left(\frac{1}{r^3} \right)$, where $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$
- (b) Prove that $\vec{\nabla} \times (\phi \vec{V}) = (\vec{\nabla} \phi) \times \vec{V} + \phi (\vec{\nabla} \times \vec{V})$ for a scalar field $\phi(x, y, z)$ and a vector field $\vec{V}(x, y, z)$. Now take \vec{V} to be a non-zero constant vector field \vec{C} and use Stokes' theorem to prove that $\oint_C \phi d\vec{r} = \iint_S d\vec{S} \times \vec{\nabla} \phi$, where the closed curve C is the boundary of the surface S .
- (c) Find the value of 'a' for which the vectors $2\hat{i} - 3\hat{j} + 4\hat{k}$ and $a\hat{i} + 6\hat{j} - 8\hat{k}$ are collinear. 3+(2+3)+2
3. (a) State and prove Gauss' theorem of electrostatics. Using this find the electric field near a uniformly charged plane sheet.
- (b) If the intensity of the electric field near the earth's surface is 330 V/m directed downwards, calculate the surface density of charge on the earth's surface.
- (c) Find the expression of Energy per unit volume in electrostatic field. (3+2)+3+2
4. (a) Define electric susceptibility and permittivity.
- (b) Two point charges of magnitude $+q$ are situated at $(a, a, 0)$ and $(a, 0, 0)$ respectively. Calculate the dipole moment of the charge distribution.
- (c) What do you mean by linear and non-linear dielectric medium?
- (d) State Coulomb's law. Find the electric potential and field due to a uniformly charged disc at the centre of it. 2+2+2+4
5. (a) In case of a long solenoid show that the magnetic field intensity at a point well inside the solenoid is double that at the end.
- (b) What is Lorentz force?

Please Turn Over

- (c) How can you distinguish between a ferromagnetic, paramagnetic and diamagnetic material?
- (d) A magnetic shell is in the shape of a disc of radius 0.05 m. Its intensity of magnetization is 3.2×10^6 A/m and its thickness is 2 mm. Calculate the potential and intensity on the axis of the disc at a distance of 8 cm from the centre. 3+2+2+3
6. (a) What do you mean by self-inductance of a coil?
- (b) Show that the magnetic energy stored in an inductor is given by $W = \frac{1}{2} LI^2$.
- (c) What is a magnetic dipole?
- (d) An electron of an atom moves round a nucleus in a circular path of radius 5.26×10^{-11} m with a velocity 2.2×10^6 m/s. Calculate the magnetic field at the centre and equivalent magnetic dipole moment of the orbit. [Charge of the electron = 1.6×10^{-19} C]. 2+3+2+3
7. (a) Write down the Maxwell's equations of electromagnetism in free space with the explanation of the symbols.
- (b) Deduce the equation of continuity for current density.
- (c) Find the dimension of the electric displacement vector \vec{D} . 4+4+2
-