2022

PHYSICS — GENERAL

(Syllabus 2019-20 and 2018-19)

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.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

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

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

(ক) $\vec{A} = 5x\hat{i} + 2y\hat{j} + 3z\hat{k}$ ভেক্টর ক্ষেত্রটি অঘূর্ণ কি না যাচাই করো।

অথবা, (পাঠক্রম ২০১৮-১৯)

নর্টনের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(খ) তড়িৎবিভবের রাশিমালা $V = kxyz$ ভোল্ট হলে (k-ধ্রুবক), তড়িৎক্ষেত্রের রাশিমালা নির্ণয় করো।

অথবা, (পাঠক্রম ২০১৮-১৯)

Q-গুণক কী? এর তাৎপর্য লেখো।

(গ) রৈখিক ও অরৈখিক পরাবিদ্যুৎ মাধ্যম বলতে কী বোঝো?

(ঘ) লরেঞ্জ বল সূত্রটি বিবৃত করো।

(ঙ) আবেশহীন কুণ্ডলী কী?

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

(চ) চৌম্বকগ্রাহীতা বলতে কী বোঝো?

(ছ) স্বাবেশকে জড়তার সমতুল্য বলা হয় কেন?

২। (ক) গাউসের স্থিরতড়িৎ সংক্রান্ত সূত্রের অবকল রূপটি লেখো। এর থেকে সমাকল রূপটি প্রতিষ্ঠিত করো।

(খ) গাউসের সূত্র প্রয়োগ করে একটি সুষমভাবে আহিত নিরেট গোলকের ভিতর এবং বাইরে তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করো।

(গ) তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব $V(x, y, z) = 15x^2y^2 + 10y^2z^2 - 5z^2x^2$ ভোল্ট। এই তড়িৎক্ষেত্রের $(-1, -2, 3)$ মি. বিন্দুতে প্রাবল্যের মান নির্ণয় করো।

(ঘ) তড়িৎভেদ্যতার S.I. একক কী? (১+২)+৪+২+১

৩। (ক) $\phi = 2x^2y + 4y^3z$, হলে $(2, 1, -1)$ বিন্দুতে $\vec{\nabla}\phi$ -এর মান কত?

(খ) $\vec{A} = 3x^2\hat{i} + 4xy\hat{j} + 4zk\hat{k}$ ভেক্টরক্ষেত্রটির কার্ল নির্ণয় করো।

(গ) স্টোক্সের উপপাদ্য লেখো। এর সাহায্যে দেখাও যে অঘূর্ণ ভেক্টরক্ষেত্রের পথ সমাকল শুধুমাত্র প্রথম এবং অন্তিম বিন্দুর ওপর নির্ভর করে। ৩+৩+(১+৩)

অথবা,

(পাঠক্রম ২০১৮-১৯)

(ক) কোনো পরিবাহীকে 1000 ভোল্ট বিভবযুক্ত করে তড়িতাহিত করা হল। পরিবাহীর ধারকত্ব 10 μF হলে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় করো।

(খ) পরাবিদ্যুৎযুক্ত একটি সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো।

(গ) 10 cm ব্যাসার্ধের দুটি গোল সমান্তরাল ধাতব পাত পরস্পরের থেকে 1 mm দূরে বায়ুতে স্থাপিত। এদের ধারকত্ব মাইক্রো-ফ্যারাড-এ প্রকাশ করো। ২+৪+৪

৪। (ক) দুটি আধান $+2q$ এবং $-q$, যথাক্রমে $(a, 0, a)$ এবং $(-a, a, 0)$ অবস্থানে অবস্থিত।

(অ) ওই আধান ব্যবস্থার দ্বিমেরু ভ্রামক কত?

(আ) আধান দুটির মধ্যে দূরত্ব কত?

(ই) দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে যদি তাদের অবস্থান পরিবর্তন করা হয়, তাতে দ্বিমেরু ভ্রামকের কোনো পরিবর্তন হবে কি?

(খ) শূন্য মাধ্যমে তড়িৎভেদ্যতার মান লেখো।

(গ) 20 cm ব্যাসার্ধের একটি ধাতব গোলক 10 কুলম্ব আধানে আহিত হলে তার উপর প্রতি একক ক্ষেত্রফলে কত বল ক্রিয়া করবে?

(ঘ) সুষম তড়িৎক্ষেত্রে রাখা একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর উপর ক্রিয়ারত টর্কের রাশিমালা নির্ণয় করো। (২+১+১)+১+৩+২

৫। (ক) অ্যাম্পিয়ারের বর্তনী সূত্রটি লেখো।

(খ) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্য প্রয়োগ করে একটি তড়িৎবাহী দীর্ঘ ঋজু পরিবাহীর জন্য উৎপন্ন চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় করো।

(গ) একটি চৌম্বক দ্বিমেরু থেকে 10 cm দূরে, 30° কৌণিক অবস্থানে একটি বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্রের মান 0.01 Tesla হলে, দ্বিমেরু ভ্রামকের মান কত হবে?

(ঘ) দুটি দীর্ঘ, ঋজু ও সমান্তরাল তার P এবং Q-এর মধ্য দিয়ে যথাক্রমে 30 amp এবং 40 amp তড়িৎ একইদিকে প্রবাহিত হচ্ছে। তাদের ব্যবধান 10 cm হলে, Q তারের জন্য P তারের 1 metre দৈর্ঘ্যের উপর প্রযুক্ত বল কত হবে?

(ঙ) চুম্বকনের সংজ্ঞা দাও। ১+২+৩+৩+১

৬। (ক) স্বাবেশ এবং পারস্পরিক আবেশের মধ্যে পার্থক্য কী? এদের ব্যাবহারিক একক কী?

(খ) ক্ষেত্রফল 50 cm^2 এইরূপ একটি কুণ্ডলীকে $2 \times 10^{-3}\,T$ প্রাবল্যের চৌম্বকক্ষেত্রে রাখা আছে। চৌম্বকক্ষেত্রের অভিমুখ কুণ্ডলীর তলের সঙ্গে অভিলম্ব। চৌম্বকক্ষেত্রটি $\frac{1}{100}$ সেকেন্ডে সরিয়ে নিলে কুণ্ডলীতে কত তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হবে?

(গ) দুটি সমাক্ষীয় বৃত্তাকার কুণ্ডলীর জন্য পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বের করো। (১+১)+৪+৪

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

অথবা,

(পাঠক্রম ২০১৮-১৯)

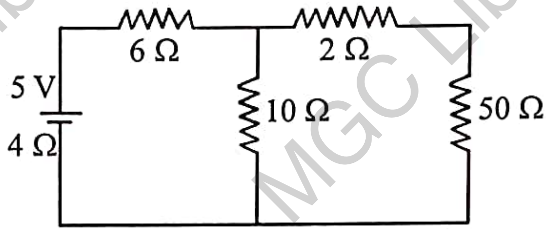
একটি LCR শ্রেণি এ.সি. বর্তনীর প্রতিরোধের রাশিমালাটি লেখো। কোন শর্তে বর্তনী অনুনাদী হবে কারণসহ উল্লেখ করো। অনুনাদী কম্পাঙ্কের রাশি নির্ণয় করো। ১+১+২

৭। (ক) পয়েন্টিং উপপাদ্য লেখো। এর তাৎপর্য ব্যাখ্যা করো। ১+২

অথবা,

(পাঠক্রম ২০১৮-১৯)

থেভেনিন উপপাদ্য প্রয়োগ করে নিম্নের বর্তনীতে 50 Ω রোধে প্রবাহমাত্রা নির্ণয় করো। ৩



(খ) পরিবহণ প্রবাহ এবং সরণ প্রবাহের পার্থক্য উল্লেখ করো। ২

(গ) একটি সমসারক পরাবিদ্যুৎ মাধ্যমে ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি লেখো। ব্যবহৃত চিহ্নগুলি ব্যাখ্যা করো। ২

(ঘ) শূন্য মাধ্যমে কোনো একটি নির্দিষ্ট স্থান-কালে তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের তড়িৎক্ষেত্র এবং চৌম্বকক্ষেত্রের মান যথাক্রমে $\vec{E} = 4\hat{i} + 2\hat{j} - 3\hat{k}\ \text{Vm}^{-1}$ এবং $\vec{B} = 3\hat{j} + 2\hat{k}$ Tesla হলে, ওই স্থান-কালে পয়েন্টিং ভেক্টর কত হবে? ৩

[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) Check whether the vector field $\vec{A} = 5x\hat{i} + 2y\hat{j} + 3z\hat{k}$ is irrotational or not.

***Or,* (For 2018-19 Syllabus)**

State Norton's theorem.

(b) If the expression for electric potential is $V = kxyz$ volt, (k-constant), find the expression for electric field.

***Or,* (for 2018-19 syllabus)**

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

What is Q-factor? Write its significance.

(c) What do you mean by linear and non-linear dielectric medium?

(d) State the Lorentz Force Law.

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

(e) What is non-inductive coil?

(f) What do you mean by magnetic susceptibility?

(g) Why self-induction is analogous to inertia?

2. (a) Write the differential form of Gauss' Law in electrostatics. From this, establish the integral form.

(b) Applying Gauss' Law find the electric field inside and outside of a solid uniformly charged sphere.

(c) The potential in an electric field is given by $V(x, y, z) = 15x^2y^2 + 10y^2z^2 - 5z^2x^2$ volt. Calculate the magnitude of intensity of the electric field at $(-1, -2, 3)$m.

(d) What is the S.I. unit of electric permittivity?

(1+2)+4+2+1

3. (a) $\phi = 2x^2y + 4y^3z$. Find $\vec{\nabla}\phi$ at the point $(2, 1, -1)$.

(b) Determine the curl of the vector field $\vec{A} = 3x^2\hat{i} + 4xy\hat{j} + 4z\hat{k}$.

(c) Write Stokes' theorem. Using the theorem show that for an irrotational field the line integral depends only on the initial and final points.

3+3+(1+3)

Or,

[For 2018-19 Syllabus]

(a) A conductor is charged to a potential of 1000 volt. If the capacitance of the conductor be 10 μF, determine the energy stored in the conductor.

(b) Deduce an expression for the capacitance of a parallel plate capacitor with a dielectric medium within it.

(c) Find the capacitance of two circular parallel metal plates, each of radius 10 cm, separated by a distance of 1 mm filled by air in μF unit.

2+4+4

4. (a) Two charges $+2q$ and $-q$ are situated at $(a, 0, a)$ and $(-a, a, 0)$ respectively.

(i) Find the dipole moment of the system.

(ii) What is the distance between the two charges?

(iii) If the positions of the charges are changed, keeping the distance between them same, will there be any change on the dipole moment?

(b) Write the value of electric permittivity in free space.

(c) A metal sphere of 20 cm radius is charged with 10 coulomb charges. What will be the force per unit area acting on it?

(d) Find the expression of torque acting on an electric dipole placed in a uniform electric field.

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

MURALIDHAR GIRLS' COLLEGE
LIBRARY

5. (a) State Ampere's Circuital Law.

(b) Using Ampere's Circuital Law, find the magnetic field generated due to a long straight current carrying conductor.

(c) At a distance of 10 cm and at an angular position 30° from a magnetic dipole, the magnitude of the magnetic field is 0.01 Tesla. What is the magnitude of the dipole moment?

(d) Two long, straight and parallel wires P and Q are carrying 30 amp and 40 amp current respectively in the same direction. If the distance between them is 10 cm, then what will be the force on 1 meter of P wire due to Q?

(e) Define magnetisation. 1+2+3+3+1

6. (a) Distinguish between self-induction and mutual induction. What are their practical units?

(b) A coil of area 50 cm^2 is held in a uniform field of $2\times10^{-3}T$, the direction of the field being at right angled to the coil. If the field is removed in $\frac{1}{100}$ second, what will be the value of e.m.f. induced in the coil?

(c) Find the expression of mutual inductance of two co-axial coils. (1+1)+4+4

Or,

[For 2018-19 Syllabus]

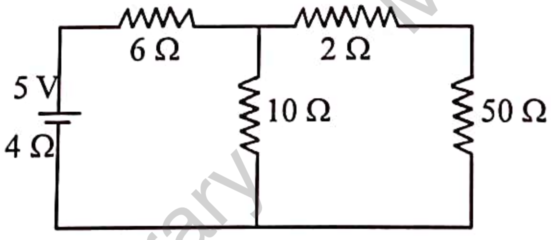
Write the expression for impedance of a series LCR a.c. circuit. Mention the condition of resonance with reason. Find the expression for resonant frequency. 1+1+2

7. (a) State Poynting theorem. Explain its significance. 1+2

Or,

[For 2018-19 Syllabus]

Use Thevenin's theorem to calculate the current through the 50 Ω resistance in the following circuit. 3



(b) Mention the difference between conduction current and displacement current. 2

(c) Write Maxwell's equations for an isotropic dielectric medium. Explain the symbols used. 2

(d) In free space, at a particular space-time, the value of electric and magnetic field of an electromagnetic wave is $\vec{E}=4\hat{i}+2\hat{j}-3\hat{k}\ \text{Vm}^{-1}$ and $\vec{B}=3\hat{j}+2\hat{k}$ Tesla, respectively. What will be the value of Poynting vector at that particular space-time? 3

———