GARHBETA COLLEGE LIBRARY
Estd.-1948

Total Pages : 15

B.Sc./4th Sem (H)/PHYS/24(CBCS)

2024

4th Semester Examination

PHYSICS (Honours)

Paper : GE 4-T

[CBCS]

Full Marks : 40 Time : Two Hours

The figures in the margin indicate full marks. Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

Illustrate the answers wherever necessary.

[Electricity and Magnetism]

Group - A

Answer any *five* questions. 2×5=10

1. Prove electrostatic field is a conservative field.

2. In certain region of space the electric field is given by $\vec{E} = \hat{j}E_0 \cos(wt - kx)$. Find the corresponding magnetic field $\vec{B}$.

3. A thin metal sphere of radius b has a charge Q. What is its capacitance?

P.T.O.

COLLEGE LIBRARY Estd.-1948

4. What is Displacement current?

5. An electric dipole formed by two equal and opposite charges each of magnitude $1 \mu C$ separated by a distance of $1 m$ is placed in a uniform electric field of strength 10^5 V/m such that the axis of the dipole is parallel to the field. Calculate the amount of work to be done to rotate the dipole end to end i.e. by an angle $180°$.

6. A charge of Q sites at the centre of a cube. What is flux of $\vec{E}$ passes through each face of cube?

7. The magnetic flux linked with a coil changes from 12×10^{-3} Wb to 6×10^{-3} Wb in 0.01 second. Calculate induced emf.

8. Starting from Biot-Savart's law, prove that $\vec{B}$ is solenoidal vector.

Group - B

Answer any *five* questions. 5×4=20

9. What is electric dipole? Calculate electric field $\vec{E}$ due to a dipole at a distance r with an inclined angle θ. 1+4

10. If $\vec{B}$ is uniform show that $\vec{A}=\frac{1}{2}\left(\vec{r}\times\vec{B}\right)$. Where $\vec{r}$ is the position vector of the point. Find out $\vec{\nabla}.\vec{A}$ and $\vec{\nabla}\times\vec{A}$. 2½+2½

11. (i) Find out the expression of gradient of $\frac{1}{r}$ where $\vec{r} = x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k}$.

(ii) Prove that curl of the intensity of an electrostatic field is zero.

(iii) Write down the significance of the equation, $\vec{\nabla}.\vec{B} = 0$ where $\vec{B}$ = Magnetic Induction Vector.

2+2+1

12. The electric field at a distance r from a wire of radius 'a' is given by

$$\vec{E}(r,t) = \frac{\mu I\omega}{2\pi}\sin(wt)\ln\left(\frac{a}{r}\right)\hat{z}$$

(a) Find the displacement current density J_d.

(b) Find the total displacement current I_d. 2+3

13. A long solenoid of length L, cross section A, having N_1 turns has another short coil of N_2 turns wound around its centre. Find the expression for the mutual inductance of the system.

14. In a parallel plate air capacitor having plate separator 0.04 mm an electric field of 4×10^4 V/m is established between the plates. The battery is then removed and a metal plate of thickness 0.03 mm is inserted between the

P.T.O.

plates of the capacitor. Determine the potential difference across the capacitor,

(i) Before the introduction of metal plates.

(ii) After the introduction of metal plates.

(iii) If the dielectric slab with dielectric constant 2.5 and same thickness inserted instead of metal plates.

1+2+2

Group - C

Answer any *one* question. 10×1=10

15. (a) State Pointing theorem. Write down the Maxwell's equations for electromagnetics.

(b) Show that the field components

$\vec{E}(y,t) = \cos(y-t)\hat{k}$ and $\vec{B}(y,t) = \cos(y-t)\hat{i}$

represents one EM field.

(c) Calculate the average value of Pointing vector for a plane wave travelling in vacuum having electric field amplitude $E_0 = 50$ micro volt/m. (2+2)+3+3

16. (i) State and prove Gauss's flux theorem in electrostatics. Show that, $\vec{\nabla}.\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$.

(ii) Using Maxwell's equations derive the wave equation in an isotropic dielectric medium. 5+5

বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

যে-কোনো ***পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও। ২×৫=১০

1. প্রমাণ করো তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য সংরক্ষী প্রকৃতির।

2. একটি মাধ্যম দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের মধ্যে তড়িৎক্ষেত্র ভেক্টর $\vec{E} = \hat{j}E_0 \cos(wt - kx)$। তবে চৌম্বকক্ষেত্র ভেক্টর নির্ণয় করো।

3. b ব্যাসার্ধের একটি পাতলা ধাতব গোলকের Q আধান রয়েছে। এর ধারকত্ব কত?

4. Displacement current কি ব্যাখ্যা করো।

5. দুটি সমান এবং বিপরীত চার্জ দ্বারা গঠিত একটি তড়িৎ দ্বিমেরু (প্রতিটি আধান $1\mu C$ এবং আধান দুটির মধ্যে দূরত্ব 1m) 10^5 V/m শক্তির একটি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপন করা হয় যাতে তড়িৎ দ্বিমেরুর অক্ষটি ক্ষেত্রের সমান্তরাল হয়। দ্বিমেরুটিকে প্রান্ত থেকে প্রান্ত অর্থাৎ 180° কোণে ঘোরাতে কত কার্য করতে হবে?

6. A বাহু বিশিষ্ট ঘনকের কেন্দ্রে Q পরিমাণ আধান আছে। ঘনকের প্রতি তল দিয়ে অতিক্রান্ত flux কত?

7. একটি coil-এর চৌম্বকীয় ফ্লাক্স 12×10^{-3} Wb থেকে 6×10^{-3} Wb যদি 0.01 second -এ হয়, তাহলে induced emf কত?

8. বায়োট-সাভার্টের সূত্র থেকে শুরু করে, প্রমাণ করো যে, $\vec{B}$ একটি সোলেনাইডাল ভেক্টর।

P.T.O.

বিভাগ - খ

যে-কোনো *চারটি* প্রশ্নের উত্তর দাও। ৫×৪=২০

9. তড়িৎ দ্বিমেরু কি? তড়িৎ দ্বিমেরুর জন্য $P(r,\theta)$ বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্য নির্ণয় করো। 1+4

10. যদি $\vec{B}$ অভিন্ন uniform এবং $\vec{A}=\frac{1}{2}(\vec{r}\times\vec{B})$ তবে $\vec{\nabla}.\vec{A}$ এবং $\vec{\nabla}\times\vec{A}$ বের করো যেখানে $\vec{r}$ বিন্দুটির অবস্থান ভেক্টর।

2½+2½

11. (i) $\frac{1}{r}$-এর গ্রেডিয়েন্টের রাশি বের করো, যেখানে $\vec{r}=x\hat{i}+y\hat{j}+z\hat{k}$ ।

(ii) প্রমাণ করো যে একটি স্থিরতড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতার কার্ল শূন্য।

(iii) সমীকরণের তাৎপর্য লেখো, $\vec{\nabla}.\vec{B}=0$, যেখানে $\vec{B}$ = চৌম্বক আবেশ ভেক্টর। 2+2+1

12. 'a' ব্যাসার্ধের coil হতে r দূরত্বে তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য

$$\vec{E}(r,t)=\frac{\mu I\omega}{2\pi}\sin(wt)\ln\left(\frac{a}{r}\right)\hat{z}$$

(a) Displacement current ঘনত্ব বের করো J_d.

(b) মোট displacement current I_d. 2+3

13. দৈর্ঘ্য L, প্রস্থচ্ছেদ A, N_1 পাকবিশিষ্ট একটি দীর্ঘ সলিনয়েডের কেন্দ্রে N_2 কক্ষ বিশিষ্ট একটি ছোট্ট কুণ্ডলী জড়ানো থাকলে পারস্পরিক আবেশের রাশিমালাটি বের করো।

14. একটি সমান্তরাল পাত বায়ু ধারকের পাত বিভাজক 0.04 mm। প্লেটের মধ্যে 4×10^4 V/m একটি তড়িৎ ক্ষেত্র প্রতিষ্ঠিত হয়। তারপর ব্যাটারিটি সরানো হয় এবং ধারকের পাতের মধ্যে 0.03 mm পুরুত্বের একটি ধাতব প্লেট ঢোকানো হয়। ধারক বরাবর তড়িৎ, বিভব নির্ণয় করো।

(i) ধাতব প্লেট প্রবর্তনের আগে।

(ii) ধাতব প্লেট প্রবর্তনের পর।

(iii) যদি ধাতব প্লেটের পরিবর্তে অন্তরক ধ্রুবক 2.5 এবং একই পুরুত্বের অন্তরক স্ল্যাব ঢোকানো হয়। 1+2+2

বিভাগ - গ

যে-কোনো ***একটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও। ১০×১=১০

15. (a) পয়েন্টিং ভেক্টর কি? তড়িৎচুম্বকীয় তত্ত্বের ম্যাক্সওয়েল সূত্রগুলি বিবৃত করো।

(b) দেখাও যে $\vec{E}(y,t)=\cos(y-t)\hat{k}$ ও $\vec{B}(y,t)=\cos(y-t)\hat{i}$ একটি তড়িৎ চুম্বকীয় ক্ষেত্রকে প্রকাশ করে।

P.T.O.

(c) শূন্য মাধ্যমে পয়েন্টিং ভেক্টরের গড় মান বাহির করো একটি সমতল তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গের জন্য যেখানে $E_0 = 50$ micro volt/m. (2+2)+3+3

16. (i) স্থির তড়িৎ-এ গাউসের ফ্লাক্স উপপাদ্যটি বর্ণনা করো এবং প্রমাণ করো। দেখাও যে, $\vec{\nabla}.\vec{E} = \frac{\rho}{\varepsilon_0}$ ।

(ii) ম্যাক্সওয়েলের সমীকরণগুলি ব্যবহার করে একটি আইসোট্রপিক অন্তরক মাধ্যমের তরঙ্গ সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করো। 5+5

OR

[Digital, Analog Circuits and Instrumentation]

Group - A

Answer any ***five*** questions. 2×5=10

1. Verify the following Boolean identity :

   $AB + AC + B\overline{C} = AC + B\overline{C}$

2. Suppose, an unknown sinusoidal voltage is displayed on the CRO screen. If the peak-to-peak distance of the displayed waveform is 8 divisions of the vertical scale and the volt/div control is set at 5V/div, find the maximum amplitude of the sinusoidal wave.

3. What is DC load line?

4. In a non-inverting amplifier circuit with $R_f = 7K\Omega$ and $R_1 = 2K\Omega$, what is the voltage gain and output voltage if the input voltage is 1V?

5. Convert the binary number 101101 into its decimal form.

6. Calculate the frequency of an astable multivibrator using IC 555 timer with resistance values of $R_a = R_b = 33\ K\Omega$ and capacitor $C = 0.001\ \mu F$.

7. What are the ideal OPAMP characteristics?

P.T.O.

8. A transistor has $\alpha = 0.99$. If it is connected in CE mode, what would be the collector current for a base current of $10\,\mu A$?

Group - B

Answer any ***four*** questions. 5×4=20

9. (i) Why NAND and NOR are called universal gates?

   (ii) Simplify the Boolean function $F(A,B,C) = \sum m(1,2,5,6)$ by using Karnaugh map. 2+3

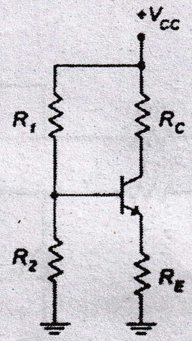
10. Write the ideal current voltage equation of a p-n diode. Draw the current-voltage curve of a p-n diode with different load resistance. The intrinsic carrier concentration of a semiconductor is 5×10^{19} m^{-3}. When the acceptor atoms are introduced, the majority carrier concentration becomes 1.5×10^{21} m^{-3}. Calculate the minority carrier concentration. 1+2+2

11. Find the relation between open loop gain and closed loop gain of a positive feedback amplifier. Hence describe the Barkhausen's Criterion for Oscillation. 3+2

12. What are h parameters? Draw the equivalent circuit of a basic linear circuit. 2+3

13. Describe how a Zener diode acts as a voltage regulator and find the expressions of the h parameters. The reverse saturation current at 300 K of a p-n junction Ge diode is $5\,\mu A$. Find the voltage to be applied across the junction to obtain a forward current of 50 mA. 3+2

14. Following is the voltage divider bias circuit. Assuming $\beta = 260,$, $V_{CC} = 12V$, $R_C = 560\,\Omega$, $R_E = 680\,\Omega$, $R_1 = 22k\Omega$ and $R_2 = 12k\Omega$, find the Q-point and the stability factor S. 5



Group - C

Answer any *one* question. 10×1=10

15. (i) Subtract 1011 from 11001 and convert the result into the corresponding decimal number.

(ii) Using only NAND gates generate the function : $\overline{A}B + A\overline{B}$.

(iii) What are half subtractor and full subtractor? How can they be implemented by logic gates?

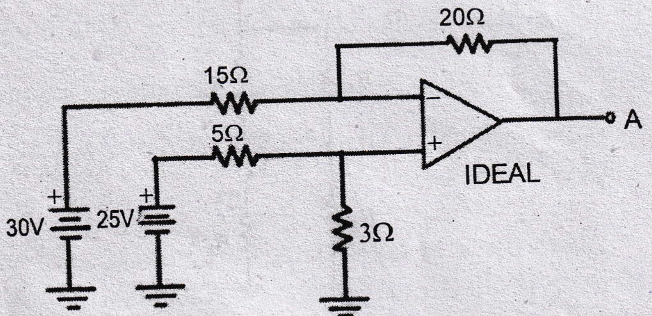
2+2+2+4

16. (i) Describe the working principle of LED. The band gap of a specimen of GaAsP is 1.98eV. Determine the wave length of the electromagnetic radiation that

P.T.O.

is emitted upon direct recombination of electrons and the holes in this sample. What is the colour of the emitted radiation?

(ii) Find the output voltage at A for the following circuit. 2+3+5



বঙ্গানুবাদ

বিভাগ - ক

যে-কোনো ***পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও। ২×৫=১০

1. নিম্নলিখিত বুলিয়ান রাশিমালা যাচাই করো :

$$AB + AC + B\overline{C} = AC + B\overline{C}$$

2. ধর CRO স্ক্রিনে একটি অজানা sinusoidal ভোল্টেজ প্রদর্শিত হয়। যদি প্রদর্শিত তরঙ্গরূপের শিখর থেকে দূরত্ব উল্লম্ব স্কেলের 8 divisions হয় এবং ভোল্ট / ডিভ নিয়ন্ত্রণ 5 V/div সেট করা থাকে, তবে sinusoidal তরঙ্গের সর্বাধিক amplitude সন্ধান করো।

3. ডিসি লোড লাইন কি?

4. $R_f = 7K\Omega$ এবং $R_1 = 2K\Omega$ সহ একটি non-inverting amplifier সার্কিটে ইনপুট ভোল্টেজ 1V হলে ভোল্টেজ gain ও আউটপুট ভোল্টেজ কত?

5. বাইনারি সংখ্যা 101101 দশমিক আকারে রূপান্তর করো।

6. $R_a = R_b = 33\,K\Omega$ এবং $C = 0.001\,\mu F$ মান সহ IC 555 টাইমার ব্যবহার করে একটি astable multivibrator কম্পাংক গণনা করো।

7. আদর্শ OPAMP-এর বৈশিষ্ট্যগুলি কী কী?

8. একটি ট্রানজিস্টরের $\alpha = 0.99$ হয়। যদি এটি CE মোডে সংযুক্ত থাকে, তবে $10\,\mu A$ base current-এর জন্য collector current-র মান কী হবে?

বিভাগ - খ

যে-কোনো ***চারটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও। ৫×৪=২০

9. (i) NAND এবং NOR কে সার্বজনীন গেট বলা হয় কেন?

   (ii) K-ম্যাপ ব্যবহার করে বুলিয়ান ফাংশনটি সরল করো : $F(A,B,C) = \sum m(1,2,5,6)$ 2+3

10. একটি পি-এন ডায়োডের আদর্শ current voltage সমীকরণ লেখো। বিভিন্ন লোড প্রতিরোধের সাথে p-n ডায়োডের current-voltage লেখ আঁক। একটি অর্ধপরিবাহীর intrinsic carrier concentration 5×10^{19} m^{-3}। যখন acceptor atoms ডোপ করা হয়, তখন majority carrier-এর ঘনত্ব 1.5×10^{21} m^{-3} হয়ে যায়। তখন Minority carrier concentration গণনা করো। 1+2+2

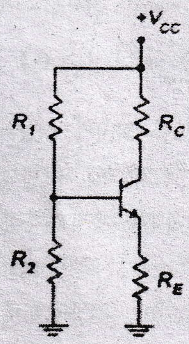
P.T.O.

11. Positive feedback amplifier-এর open loop gain এবং closed loop gain-র মধ্যে সম্পর্ক বের করো। তারপর Barkhausen's Criterion for Oscillation বর্ণনা করো। 3+2

12. H প্যারামিটারগুলি কী? এর সমতুল্য বর্তনী এঁকে একটি রৈখিক বর্তনী (linear circuit) ক্ষেত্রে প্যারামিটারগুলির রাশিমালা বের করো। 2+3

13. জেনার ডায়োড কীভাবে ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রক হিসাবে ব্যবহৃত হয় তা বর্ণনা করো। একটি p-n জংশন Ge ডায়োডের বিপরীত স্যাচুরেশন প্রবাহ $5\,\mu A$ at 300 K। 50 mA-এর সম্মুখবর্তী প্রবাহ পেতে জংশন জুড়ে প্রয়োগ করা ভোল্টেজ বের করো। 3+2

14. নিম্নে ভোল্টেজ ডিভাইডার বায়াস সার্কিট দেখানো হয়েছে। ধরে নিলাম $\beta = 260, V_{CC} = 12V, R_C = 560\Omega, R_E = 680\Omega, R_1 = 22k\Omega$ এবং $R_2 = 12k\Omega$, Q-point এবং stability factor S বের করো। 5



বিভাগ - গ

যে-কোনো ***একটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও। ১০×১=১০

15. (i) 1011 থেকে 11001 বিয়োগ করো এবং ফলাফলটি সংশ্লিষ্ট দশমিক সংখ্যায় রূপান্তর করো।

(ii) শুধুমাত্র NAND গেট ব্যবহার করে প্রদত্ত ফাংশন উৎপন্ন করো : $\overline{A}B + A\overline{B}$ ।

(iii) অর্ধ সাবট্রাক্টর এবং সম্পূর্ণ সাবট্রাক্টর কী? লজিক গেট দ্বারা এগুলি কীভাবে তৈরি করা যেতে পারে? 2+2+2+4

16. (i) LED-এর কাজের নীতি বর্ণনা করো। GaAsP-র band gap 1.98eV। বিকিরণের তরঙ্গ-দৈর্ঘ্য নির্ধারণ কর যা ইলেকট্রন এবং hole সরাসরি পুনঃসংযোগে নির্গত হয়। নির্গত বিকিরণের রঙ কী?

(ii) নিম্নলিখিত সার্কিটের জন্য A তে আউটপুট ভোল্টেজ বার করো। 2+3+5