B.Sc., Part-II (General) Examination, 2016

Subject : Physics

Paper : II

Time: 3 Hours **Full Marks: 100**

The figures in the margin indicate full marks.

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

(New+Old Syllabus)

Group-A

বিভাগ-ক

1. Answer *any eight* questions: 2×8=16

যে কোনো আটটি প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

(a) What is an electric dipole? Define electric dipole moment?
তড়িৎ দ্বিমেরু কী? তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামকের সংজ্ঞা দাও।

(b) Find an expression for the energy stored in a capacitor.
একটি ধারকে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা নির্ণয় করো।

(c) What do you mean by an ideal voltage source and ideal current source?
একটি আদর্শ ভোল্টেজ উৎস ও প্রবাহ উৎস বলতে কী বোঝ?

(d) Is any work done by a magnetic field on a moving charge? Give reasons.
একটি গতিশীল আধানের উপর কি চৌম্বকক্ষেত্র কোনো কাজ করে? যুক্তিসহ উত্তর দাও।

(e) State Faraday's laws of e.m. induction.
তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ সংক্রান্ত ফ্যারাডের সূত্রগুলি বিবৃত করো।

(f) Write down Maxwell's e.m. field equations.
ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎ চুম্বকীয় ক্ষেত্র সমীকরণগুলি লেখো।

(g) An alternating current $i = 5 \sin 100 \pi t$ is flowing through a resistance of 5Ω. Calculate the heat generated in 5 sec.
একটি পরিবর্তি প্রবাহ $i = 5 \sin 100 \pi t$, 5Ω রোধের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হচ্ছে। 5 sec-এ রোধকে উদ্ভূত তাপ নির্ণয় করো।

(h) Absolute refractive index of glass is 1·5. Determine the velocity of light in glass. Also determine the ratio of the wavelength of light in glass to that of in vacuum.
কাচের পরম প্রতিসরাঙ্ক 1·5। কাচে আলোর গতিবেগ নির্ণয় করো। কাচে ও শূন্য মাধ্যমে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের অনুপাত নির্ণয় করো।

(i) State Malus's law.

ম্যালাসের সূত্রটি বিবৃত করো।

(j) State the postulates of special theory of Relativity.

বিশেষ আপেক্ষিকতাবাদের অঙ্গীকারগুলি লেখো।

(k) State the characteristics of photoelectric effect.

আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার মূলবৈশিষ্ট্যগুলি লেখো।

(l) If the nuclear radius of $^{27}_{13}Al$ is $3{\cdot}6\times10^{-15}$m, then find the nuclear radius of $^{64}_{29}Cu$.

$^{27}_{13}Al$ নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ $3{\cdot}6\times10^{-15}$m হলে, $^{64}_{29}Cu$ নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করো।

(m) What is zener diode? Draw I-V characteristics for negative voltage of zener diode.

জেনার ডায়োড কী? ঋণাত্মক বিভবের জন্য জেনার ডায়োডের বৈশিষ্ট্যলেখ অঙ্কন করো।

(n) Convert binary number $(11101.1101)_2$ into decimal number.

$(11101.1101)_2$ দ্বিক সংখ্যাটিকে দশমিক সংখ্যায় প্রকাশ করো।

Group-B

বিভাগ-খ

Answer *any four* questions: 12×4=48

যে কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

2. (a) What are polar and non-polar molecules? Give examples.

মেরুবর্তী ও অমেরুবর্তী অণু কাকে বলে? উদাহরণ দাও।

(b) Define the three electric vectors $\vec{E}$, $\vec{P}$ and $\vec{D}$. Show that $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$.

$\vec{E}$, $\vec{P}$ ও $\vec{D}$ ভেক্টর তিনটির সংজ্ঞা দাও। দেখাও যে, $\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$।

(c) A capacitor consists of two metallic discs each 1m in diameter placed parallel to each other at a distance of 4mm. The potential difference between the plates is 10 kV. Calculate the energy stored by the capacitor. Given $\epsilon_0 = 8{\cdot}85 \times 10^{-12}$ $C^2/N\text{-}m^2$. 3+6+3=12

একটি ধারক 1m ব্যাসের দুটি ধাতব পাত দিয়ে গঠিত। পাতদুটির মধ্যে দূরত্ব 4mm এবং এদের মধ্যে প্রযুক্ত বিভব প্রভেদ 10 kV। ধারকে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় করো।

3. (a) What is ferromagnetism? Explain ferromagnetism on the basis of domain theory.

অয়শ্চৌম্বকত্ব কাকে বলে? ডোমেইন তত্ত্বের সাহায্যে অয়শ্চৌম্বকত্বের ব্যাখ্যা দাও।

(b) What type of material should be used for making (i) permanent magnets and (ii) electromagnets, —Explain.

(i) স্থায়ী চুম্বক ও (ii) তড়িৎ চুম্বক নির্মাণের জন্য কী ধরনের পদার্থ ব্যবহার করা উচিত ব্যাখ্যা করো।

(c) A cylindrical iron rod has radius 2·5cm and length 10cm. When it is magnetised, its magnetic moment is 10-A-m^2. Find the intensity of magnetisation of the rod. (2+4)+4+2=12

একটি চোঙাকৃতি লৌহদণ্ডের ব্যাসার্ধ 2·5cm ও দৈর্ঘ্য 10cm। এই দণ্ডটিকে চুম্বকিত করলে এটির চৌম্বক ভ্রামক হয় 10-A-m^2। দণ্ডটির চুম্বকন তীব্রতা নির্ণয় করো।

4. (a) Prove that energy stored in an inductor is $\frac{1}{2}LI^2$, where L–coefficient of self induction and I–current. Hence show that coefficient of self induction is numerically twice the work done in establishing a unit current.

প্রমাণ করো আবেশকে সঞ্চিত শক্তি $\frac{1}{2}LI^2$, যেখানে L–স্বাবেশ গুণাঙ্ক এবং I–তড়িৎ প্রবাহ। এর থেকে দেখাও যে, স্বাবেশ গুণাঙ্কের মান, সংখ্যাগতভাবে একক তড়িৎ প্রবাহের জন্য কৃতকার্যের দ্বিগুণ।

(b) Derive an expression for the growth of current in an electric circuit with resistance and self inductance in series. What is meant by time constant of the circuit? (3+1)+(6+2)=12

একটি শ্রেণী L-R বর্তনীর, সময়ের সাথে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধির রাশিমালা নির্ণয় করো। এই বর্তনীর সময়াঙ্ক বলতে কী বোঝ?

5. (a) State the conditions for sustain interference.

স্থায়ী ব্যতিচারের শর্তগুলি বিবৃত করো।

(b) Define coherent sources. Find an expression for fringe width in terms of wavelength, separation between the coherent sources and the distance between the source and screen.

সুসঙ্গত উৎসের সংজ্ঞা দাও। পটিবেধের রাশিমালা নির্ণয় করো আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য, সুসঙ্গত উৎসদ্বয়ের মধ্যে দূরত্ব ও সুসঙ্গত উৎস থেকে পর্দার দূরত্বের সাহায্যে।

(c) What do you mean by polarization? What is quarter waveplate? Find the thickness of quarter waveplate fo. incident light of wavelength 600 nm. Given n_e = 1·55085 and n_o = 1·54184 for quartz crystal. 2+(1+4)+5=12

সমবর্তন বলতে কী বোঝ? সিকি তরঙ্গ প্লেট কাকে বলে? 600 nm তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের আলোর জন্যে সাধারণ ও অসাধারণ প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে n_o = 1·54184 এবং n_e = 1·55085-এর আলোক তরঙ্গের জন্য সিকি তরঙ্গের প্লেটের বেধ নির্ণয় করো।

6. (a) State Bohr's correspondence principle.

বোরের অনুরূপতার নীতিটি বিবৃত করো।

(b) Calculate the wavelength of the first two line of the Balmer series. Given $R_\alpha = 1.09477\times10^7 m^{-1}$

বামার শ্রেণির প্রথম দুটি বর্ণালী রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। দেওয়া আছে $R_\alpha = 1.09477\times10^7 m^{-1}$

(c) State Heisenberg's uncertainty principle. Using Heisenberg principle find the minimum energy of particle in a box.

হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার সূত্রটি বিবৃত করো। এই নীতির সাহায্যে বাক্সে আবদ্ধ কোনো কণার ন্যূনতম শক্তি নির্ণয় করো।

(d) An electron is accelerated with a potential of 30V. Determine its de Broglie wavelength.

একটি ইলেকট্রনকে 30V বিভবে ত্বরান্বিত করলে ইলেকট্রনটির ডি ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করো। 2+3+(2+2)+3=12

7. (a) Write down one dimensional Schrödinger wave equation. Hence determine the time independent Schrödinger equation.

একমাত্রিক শ্রোডিংগার তরঙ্গ সমীকরণটি লেখো। এর থেকে সময় নিরপেক্ষ শ্রোডিংগার সমীকরণ নির্ণয় করো।

(b) Normalise the wave function given by

$$\Psi(x) = A\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right), \quad 0<x<a$$
$$= 0, \qquad x>a.$$

একটি তরঙ্গ অপেক্ষক $\Psi(x) = A\sin\left(\frac{\pi x}{a}\right), \quad 0<x<a$ এর পরিমিত তরঙ্গ অপেক্ষক নির্ণয় করো। (2+5)+5=12
$= 0, \qquad x>a.$

8. (a) What do you mean by average life of a radioactive element? Derive an expression for an average life.

কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের গড় আয়ু বলতে কী বোঝ? গড় আয়ুর রাশিমালা নির্ণয় করো।

(b) A radioactive element has half life 90 days. Determine:

(i) disintegration constant

(ii) average life

(iii) time in which one-third will be disintegrated and

(iv) time in which one-half will remain unchanged.

একটি তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু 90 দিন। মৌলটির

(i) ক্ষয় ধ্রুবক

(ii) গড় আয়ু

(iii) যে সময়ে মৌলটির মূল পরমাণুর এক তৃতীয়াংশ বিঘটিত হবে এবং

(iv) যে সময়ে মূল পরমাণুর অর্ধেক অপরিবর্তিত থাকবে, নির্ণয় করো।

(c) What do you mean by activity of a radioactive element?

কোনো তেজস্ক্রিয় মৌলের সক্রিয়তা বলতে কী বোঝ? (1+4)+5+2=12

9. (a) What do you mean by dc and ac resistance of a diode? On what factors ac resistance depends?

ডায়োডের ডিসি ও এসি রোধ বলতে কী বোঝ? ডায়োডের এসি রোধ কী কী কারণের উপর নির্ভর করে?

(b) What are the different modes of transistor connection?

ট্রানজিস্টার সংযোগের বিভিন্ন রীতিগুলি কী কী?

(c) In CE mode transistor, potential difference across the collector load of 5KΩ is 10V. If $\alpha = 0.996$, find the base current, collector current and emitter current.

সাধারণ নিঃসারক ট্রানজিস্টার বর্তনীর সংগ্রাহক লোড 5KΩ এবং লোডের প্রান্তীয় বিভব 10V। যদি $\alpha = 0.996$ হয় তবে ভূমি প্রবাহ, সংগ্রাহক প্রবাহ ও নিঃসারক প্রবাহের মান নির্ণয় করো। (3+1)+4+4=12

Group-C

বিভাগ-গ

Answer *any six* questions: 6×6=36

যে কোনো ছয়টি প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ

10. (a) State Coulomb's theorem.

কুলম্বের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(b) The electric Potential at a point (x, y, z) is given by $\phi(x, y, z) = -a[x^2+y^2+z^2]$ volt. Find electric potential, electric field intensity and charge density at the point (2, 2, 2). 2+4=6

কোনো বিন্দু (x, y, z)-এ তড়িৎবিভব $\phi(x, y, z) = -a[x^2+y^2+z^2]$ volt। তড়িৎক্ষেত্রের (2, 2, 2) বিন্দুতে তড়িৎবিভব, তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্য ও আধান ঘনত্ব নির্ণয় করো।

11. (a) State and explain Kirchhoff's laws.

কারশ্যফের সূত্রগুলি বিবৃত ও ব্যাখ্যা করো।

(b) A charged particle has charge q and velocity $\vec{v} = 2i + 3j + 4k$. If the applied magnetic field on the particle is $\vec{B} = 3i + 4j + 5k$, find the magnitude and direction of the force acting on the particle. 3+3=6

একটি আহিত কণার আধান q এবং বেগ $\vec{v} = 2i + 3j + 4k$। এই কণাটির উপর ক্রিয়ারত চৌম্বকক্ষেত্র $\vec{B} = 3i + 4j + 5k$। কণাটির উপর ক্রিয়ারত চৌম্বকবলের মান ও দিক নির্ণয় করো।

12. (a) What is a transformer? What are the main uses of the transformer?

ট্রান্সফর্মার কী? ট্রান্সফর্মারের প্রধান ব্যবহার কী কী?

(b) In an L–R circuit, r.m.s. value of the applied e.m.f. is 25V and frequency 50Hz. If L = 100mH and R = 100Ω, determine the r.m.s. current in the circuit. Also find the voltage drop across the inductor and resistor. 3+3=6

একটি L–R বর্তনীতে প্রযুক্ত তড়িৎচালকবলের r.m.s. মান 25V ও কম্পাঙ্ক 50Hz.। বর্তনীতে আবেশক ও রোধকের মান যথাক্রমে 100mH ও 100Ω হলে, বর্তনীর r.m.s. প্রবাহ এবং আবেশক ও রোধকে বিভব পতন নির্ণয় করো।

13. (a) What are the basic differences between the interference and diffraction of light?

আলোর ব্যতিচার ও অপবর্তনের মধ্যে মূল পার্থক্য কী কী?

(b) What is double refraction?

দ্বি-প্রতিসরণ কী?

(c) An unpolarised light of intensity 10mW/cm^2 passes through two nicol prisms kept with the principal sections at 45° to each other. Calculate the intensity of the transmitted light. 2+2+2=6

10mW/cm^2 তীব্রতার একটি অসমবর্তিত আলো পরপর রাখা দুটি নিকল প্রিজমের মধ্য দিয়ে নির্গত হল। নিকল প্রিজম দুটির প্রধান ছেদদ্বয়ের মধ্যে কোণ 45° হলে, নির্গত অলোর তীব্রতা নির্ণয় করো।

14. (a) What is metastable state?

মিতস্থায়ী স্তর কাকে বলে?

(b) Derive a relation between Einstein's A and B coefficients. 1+5=6

আইনস্টাইন A ও B গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো।

15. Obtain the relativistic formula for the addition of velocities. Show that addition of any velocities can not exceed the velocity of light.

আপেক্ষিকতাবাদের বেগ সংযোজন সূত্রটি নির্ণয় করো। দেখাও যে একাধিক সমান্তরাল বেগের লব্ধির মান আলোকের বেগ অপেক্ষা বেশি হতে পারে না। 4+2=6

16. (a) State de Broglie postulate.

ডি ব্রয়ের মতবাদ বিবৃত করো।

(b) What do you mean by group velocity and phase velocity?

দলীয়বেগ ও দশাবেগ বলতে কী বোঝ?

(c) Find the phase and group velocity of an electron whose de Broglie wavelenght is 1·2Å. 2+2+2=6

1·2Å ডি ব্রয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একটি ইলেকট্রনের দশাবেগ ও দলীয়বেগ নির্ণয় করো।

17. (a) What are the four fundamental interactions in nature?

চারটি মূল মিথস্ক্রিয়া কী কী?

(b) What are the quark composition of neutron and proton?

নিউট্রন ও প্রোটন কণার কোয়ার্ক উপাদান লেখো।

(c) Discuss the basic principles of nuclear detector. 1+2+3=6

নিউক্লিয় ডিটেক্টরের মূলনীতি আলোচনা করো।

18. (a) Explain the term depletion region with reference to a p-n junction. On what factors width of the depletion region depends?

p-n জাংশন ডায়োডের নিঃশেষকারী অঞ্চল কীভাবে সৃষ্টি হয়—ব্যাখ্যা দাও। এই অঞ্চলের বেধ কী কী কারণের উপর নির্ভর করে?

(b) Give the logic circuit, Boolean expression and truth table of an XOR gate. 3+3=6

XOR গেটের বর্তনী, বুলিয়ান রাশিমালা এবং ট্রুথ টেবিল দাও।

19. (a) State De Morgan's theorem.

ডি মরগ্যানের উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(b) Using NAND gate obtain OR gate & AND gate.

NAND গেটের সাহায্যে OR gate ও AND gate তৈরী করো। 2+(2+2)=6

Physics.

Model Answers

Part II General – 2016.

1. a) Two equal and opposite charges $(+q, -q)$, separated by a small distance (l) is known as electric dipole. The dipole moment $\vec{p}$ of a dipole is a vector quantity of magnitude ql and direction from $-q$ to $+q$. Its unit is Coulomb-meter (SI). A small unit is debye $= 1D = 3.336 \times 10^{-30}$ Cm.

b) At any stage of charging, the charge on the positive conductor of the capacitor be $+q$ and the pd across the capacitor is $\phi = \frac{q}{C}$, C is the capacitance. The work done to increase the charge by an amount dq is

$$dW = \phi dq = \frac{q}{C} dq$$

Total work done in charging the capacitor to a charge Q is

$$W = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2} CV^2, \text{ where } V \text{ is the final}$$

pd of the capacitor $= CV$. This work is stored as electrostatic potential energy in the capacitor.

c) Ideal voltage source: Ideal voltage source has almost (practically) no internal resistance. Further, the emf of an ideal voltage source remains steady during discharge process.

Ideal current source: For ideal current source supply of current remains steady and constant for long time.

d) The force is given by $F_m = q(\vec{v} \times \vec{B})$, v is velocity of the charge, and $\vec{B}$ is magnetic field. This force is always $\perp$ to the velocity $\vec{v}$ of the charge. Therefore it cannot do any work on the charge $\left(\because \frac{dW}{dt} = \vec{F_m} \cdot \vec{v} = 0\right)$

e) Faraday's law of electromagnetic induction.

a) ~~The induced emf is~~ a When magnetic flux linked with a circuit changes, a current is induced in the circuit.

b) The induced emf is proportional to the rate of change of magnetic flux linked with the circuit.

c) The direction of induced emf is such that it tries to oppose the cause of its ~~of~~ generation.

f) Maxwell's electromagnetic field eqns

$\vec{\nabla} \cdot \vec{D} = \rho$

$\vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$

$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

$\vec{\nabla} \times \vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

$\vec{E}$ → electric field vectors

B & H → magnetic field vectors

ρ → free charge density

J → current density due to free charge

g) Heat generated = $I_{rms}^2 R t$ Joule

$= \left(\frac{I_0}{\sqrt{2}}\right)^2 R t = \frac{5 \times 5}{2} \times 5 \times 5 = 312.5$ Joule.

h) v_g (velocity in glass) $= \frac{c}{n(r.i)} = \frac{3 \times 10^8}{1.5} = 2 \times 10^8$ m/s.

Since freq. remains same,

$v = \frac{c}{\lambda} = \frac{v_g}{\lambda_g} \therefore \frac{\lambda_g}{\lambda} = \frac{v_g}{c} = \frac{2 \times 10^8}{3 \times 10^8} = .66$

$\mu = \frac{c_0}{v} = \frac{\lambda_0}{\lambda}$

$\frac{\lambda}{\lambda_0} = \frac{1}{\mu} = \frac{2}{3} = 0.66$

i) Malus law: The intensity of light transmitted by analyser (I) is given by the relation,

$I = I_0 \cos^2\theta$, where I_0 is the intensity of the polarised light incident on the analyser. and θ is the angle between the planes of transmission of polariser and analyser.

j) Postulates of special theory of relativity

a) Laws of Physics may be expressed in equations having the same form in all frames of ref. moving with constant velocity relative to one another.

2) The speed of light in free space is the same for all observers regardless of their state of motion.

3) Characteristics of photoelectric effect

i) Photoelectric effect is an instantaneous effect. Emission of electrons begins as soon as light is incident on the metal and stops as soon as light is cut-off.

ii) For a given frequency of light, the initial K.E of ejected electrons varies from zero to a maximum value.

iii) For every metal, there is a min^{m} freq., below which no photo electric effect is produced by the metal. This minimum freq. is called the threshold freq. which is different for different metals.

iv) The initial velocity or K.E of photoelectrons does not depend on the intensity of light but depends on the freq. of the light used.

$\frac{1}{2} m v_{max}^2 = h\nu - w_0 \rightarrow$ E's photoelectric equation.

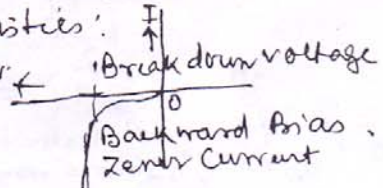
4) Taking nucleus is approximately spherical, the nuclear radius $r = r_0 A^{1/3}$. r_0 a constant & A is mass number of the nucleus.

From formula for $_{13}Al^{27}$, $3.6 \times 10^{-15} = r_0 27^{1/3} \rightarrow r_0 = 1.2 \times 10^{-15} m$.

$\therefore$ for $_{29}Cu^{64}$, $r = 1.2 \times 10^{-15} \times 64^{1/3} = \underline{4.8 \times 10^{-15} m}$.

5) Zener diode: Zener diode is a PN junction diode specially designed to work only in the reverse break down region. It is made from highly doped P and N type semiconductors.

I V Characteristics:



Group B.

2a) Polar and non Polar molecules:

Polar: When +ve charge centre and -ve charge centre of a molecule does not coincide but is seperated from each other by a small distance, the molecule possesses an intrinsic dipole moment and is called polar molecule.
ex. H_2O, H_2S etc

Non polar: Such molecules do not possess any intrinsic dipole moment
ex: H_2, CCl_4 etc. They are symmetric molecules.

b) $\vec{E}$: This is the electric field related to both free and polarisation charges. $\vec{E}$ is represented by lines of force

$\vec{P}$: It is related to polarisation charges. P is related by lines of forces from +ve polarisation charge to -ve polarisation charge, $\vec{P}$ is zero except inside dielectric.

$\vec{D}$: This vector is related to free charges. It is represented by the line of force from positive free charge to negative free charge.

Unit → $\vec{E}$ → Newton/coulomb.
$\vec{P}$ → Coulomb/m^2
$\vec{D}$ → Coulomb/m^2.

Relation $\vec{D} = \epsilon_0\vec{E} + \vec{P}$.

Gauss' law in dielectric medium gives the relation $\vec{D} = \epsilon_0\vec{E} + \vec{P}$

We know for free space Gauss' law is

$$\int_S \vec{E}\cdot d\vec{s} = \frac{Q_t}{\epsilon_0}$$, $\vec{E}$ is the electric flux.

Now $Q_t = Q_b + Q_f$ for dielectric medium.

$$= \int_{S_1+S_2+\cdots} \vec{P}\cdot\hat{n}\,ds + \int_V -(\nabla\cdot P)\,dv + Q_f$$

$$= \int_{S_1+S_2+\cdots} \vec{P}\cdot\hat{n}\,ds - \int_{S+S_1+\cdots} \vec{P}\cdot\hat{n}\,ds + Q_f$$

$$= -\int \vec{P}\cdot\hat{n}\,ds + Q_f$$

$\therefore$ Gauss' law for dielectric is $\int \vec{E}\cdot d\vec{s} = \frac{Q_t}{\epsilon_0} = -\int \frac{\vec{P}}{\epsilon_0}\cdot\hat{n}\,ds + \frac{Q_f}{\epsilon_0}$

✓ $\epsilon_0\vec{E} + \vec{P}$ is given a name $\vec{D}$ or $(\epsilon_0\vec{E} + \vec{P})\cdot ds = Q_f$ $\therefore$ $\boxed{D = \epsilon_0 E + P}$

6a) Text book ref (Yarwood)

b) Balmer Series → $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$, $n = 3, 4 \cdots$

for $n = 3$, $\lambda = \frac{36}{5 \times 1.09477} \times 10^{-7}\ m = 6576\ A^0$

for $n = 4$, $\lambda = \frac{16}{3 \times 1.09477} \times 10^{-7}\ m = 4871\ A^0$.

c) Text book.

d) Use the relation, $\frac{1}{2}mv^2 = eV$, $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$, $\lambda = \frac{h}{mv}$

$e = 1.6 \times 10^{-19} C$, $m = 9.1 \times 10^{-31} kg$, $h = 6.627 \times 10^{-34} Js$

$\lambda = 2.14 A^0$

7. a) Text book

b) $|A|^2 \int_0^a \sin^2 \frac{\pi x}{a}\, dx = 1 \rightarrow A = \sqrt{\frac{2}{a}}$.

8. b) i) $\lambda = \frac{.693}{T_{1/2}} = 7.7 \times 10^{-3}$ / days.

ii) $\bar{T} = \frac{1}{\lambda} = 129.87$ days.

iii) $N = N_0 e^{-\lambda t}$, $N = \frac{2}{3} N_0$ $\therefore t = 52.65$ days

iv) $t = 90$ days.

c) Activity: No. of disintegration/sec.
Unit Curie = 3.7×10^{10} disintegrations/sec.

9. c) $I_c = \frac{10}{5 \times 10^3} = .002\ Amp = 2mA$

$\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha} = \frac{.996}{1-.996} = 249$, $I_B = \frac{I_e}{\beta} = 8.03 \mu A$

$I_E = I_c + I_B = 2.008\ mA$.

Energy stored $= \frac{1}{2} CV^2$.

c) Capacitance $= C = \frac{K\epsilon_0 A}{d}$, $K = 1$, $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\ C^2/N\text{-}m^2$

$A = \pi (.5)^2$, $d = \frac{4}{1000}$ m.

$\therefore C = \frac{8.85 \times 10^{-12} \times 3.14 \times (.5)^2 \times 1000}{4} = 1.73 \times 10^{-9}$ Farad

Energy $= \frac{1}{2} 1.73 \times 10^{-9} \times 10^2 = .86 \times 10^{-7}$ J.

3a) Refer to text book

b) Permanent magnet – Materials should have high retentivity and high coercivity. Steel is suitable for construction for permanent magnet. Also Alnico (Al, Ni, Co, Fe) is suitable.

ii) Electromagnet: materials should have high magnetisation at low magnetic field, high permeability and low hysteresis loss. Soft iron, permalloy (Fe, Ni, Mn) are used for this purpose.

c) Intensity of magnetisation $M = \frac{m}{V}$, where m = magnetic moment = 10 A m^2 and V is the volume of the material rod.

$\therefore M = \frac{10}{\pi (.025)^2 \times .1} = 50939.19\ A\,m^{-1}$.

4a) $e = -L\frac{di}{dt}$. $P = \frac{dw}{dt} = e'i = +Li\frac{di}{dt}$ $\therefore W = \frac{1}{2} LI^2$

$e' = -e$. If $\delta = 1$ unit $L = 2W$.

b) Text book reference. (B Ghosh or Chattopadhyay & Rakshit)

5a), b) → Text book ref- (B Ghosh)

c) $(n_e - n_o) d = \frac{\lambda}{4}$ $\therefore d = \frac{\lambda}{4(n_e - n_o)} \simeq .016$ mm.

$n_o = 1.54184$
$n_e = 1.55085$
$\lambda = 606$ nm

Grace.

10 a) Coulomb's law: The force of attraction or repulsion between two point charges is proportional to the product of the magnitudes of the charges and inversely proportional to the sq. of the distance between them. (2)

Mathematically $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$

b) $\phi(x,y,z) = -a(x^2+y^2+z^2)$. (4)

(i) $\therefore \phi(2,2,2) = -a(4+4+4) = -12a$ volt.

(ii) $\vec{E} = -\nabla\phi = -\left(i\frac{\partial\phi}{\partial x} + j\frac{\partial\phi}{\partial y} + k\frac{\partial\phi}{\partial z}\right)$

$= +2a(xi + yj + zk)$

$\vec{E}(2,2,2) = +4a(i+j+k)$, $|E| = 4\sqrt{3}a$.

$\therefore E = 4\sqrt{3}a\,\hat{n}$, $\hat{n} = (i+j+k)/\sqrt{3}$

(iii) $\nabla \cdot \vec{E} = \rho/\epsilon_0$ $\therefore \rho(2,2,2) = \epsilon_0 2a(1+1+1) = 6\epsilon_0 a$

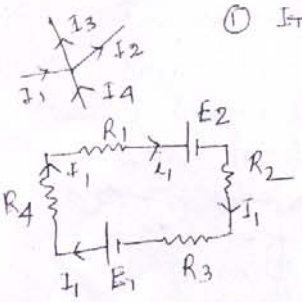
~~$\rho(2,2,2) = 6a\epsilon_0$~~.

[2+1]

11a) Kirchhoff's laws:

First law or KCL: The algebraic sum of the currents in meeting at any junction in a network of conductors is zero.

2nd law or KVL: For a closed loop, the algebraic sum of the voltage drops is equal to the algebraic sum of emf's in that loop.



① ~~$I_1 + I_2 + I_4 = I_3$~~ $I_1 - I_2 - I_3 + I_4 = 0$

$I_1(R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = E_1 - E_2$

b) $\vec{F} = q(\vec{v} \times \vec{B}) = q[2i+3j+4k] \times [3i+4j+5k] = q(-i+2j-k)$

$|F| = \sqrt{6}q$, $\vec{F} = \sqrt{6}q\,\hat{n}$, $\hat{n} = \frac{(-i+2j-k)}{\sqrt{6}}$

12a) Transformer: A transformer is ~~two~~ a device consisting of two magnetically coupled coils called primary and Secondary. When an ac voltage is applied to the primary an emf is induced in the secondary. When the emf induced in the secondary is greater than the primary input voltage, the transformer is called the step up transformer and ~~when the reverse~~ in the reverse case it is called stepdown transformer. (2+1)

Uses
① to step up or step down ac voltage in electrical power distribution system.
② used for construction of power supplies.

b) For LR ckt $I_r = \frac{V_{rms}}{\sqrt{R^2+\omega^2L^2}}$,

$V_{rms} = 25\,V$
$\omega = 2\pi f$, $f = 50\,Hz$
$L = 100\,mH$
$R = 100\,\Omega$

$V_R = IR$ where $I = \sqrt{2}\, I_r$.

$|V_L| = \omega L I$ ~~$j\omega L I$~~ ~~cos~~ I

13a) Diff between Interference and diffraction

Interference is formed by the superposition of waves coming from two coherent sources, originating from a single source but diffraction phenomenon is due to the superposition of waves coming from the different parts of the same wave front.

b) For interference fringe width may be equal ~~for~~ (say biprism) and may be unequal (say Newton's ring). But for diffraction fringe width is unequal.

c) Intensity for bright fringes are uniform for interference but this is not the case for diffraction.

d) dark fringe for interference may be completely dark or in some cases may not be completely dark. For diffraction, the intensity for dark fringes ~~is~~ ~~not~~ is not zero.

b) Double refraction : When light travels in some anisotropic crystals, such as calcite, quartz etc, the incident ray after refraction through the crystal is found to split into two refracted rays (called ordinary and extraordinary rays). This phenomenon is called double refraction.

c) The intensity of transmitted light, $I_2 = I_1 \cos^2\theta$, where $I_1 = \frac{1}{2} I_0$, I_0 being the intensity of incident light = 10 mw/cm^2

$\therefore$ $\underline{I_2 = \frac{1}{2} I_0 \cos^2\theta = 5 \times \frac{1}{2} = 2.5 \text{ mw/cm}^2}$

14 a) Metastable State — Refer to text book.

b) Refer to text book.

15. a) Let S and S' are two frames of ref. moving with velocity v relative to each other. Let a body travels a distance dx in time dt in frame S and a distance dx' in time dt' in S'. Then $u = \frac{dx}{dt}$ and $u' = \frac{dx'}{dt'}$, where u and u' are the velocities of of the body in frame S & S' respectively

Using Lorentz transformation,

$$x = \frac{x' + vt'}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = k(x' + vt') \cdots (1) \quad \& \quad t = k\left(t' + \frac{vx'}{c^2}\right) \cdots (2)$$

$\therefore dx = k(dx' + v\,dt')$, $\quad dt = k\left(dt' + \frac{v}{c^2} dx'\right)$

$$\therefore \frac{dx}{dt} = \frac{dx' + v\,dt'}{dt' + \frac{v}{c^2} dx'} = \frac{\frac{dx'}{dt'} + v}{1 + \frac{v}{c^2}\frac{dx'}{dt'}}$$

$$\text{or } u = \frac{u' + v}{1 + \left(\frac{v^2}{c^2}\right)u'} \quad \cdots (3)$$ This is the relativistic law of addition of velocities

2nd part if $u' = c$, then $u = c$. Thus if u' - Hence velocity of light is an absolute constant and hence the conclusion the addition of any velocities cannot exceed the velocity of light.

16. a) de Broglie postulate: For a particle of mass m, moving with a velocity v, the wavelength associated with it is given by $\lambda = \frac{h}{mv}$, where h is Planck's constant.

b) The velocity of a single wave is known as wave velocity. It is the velocity of constant phase.
When two or more waves move with slightly different frequencies moves, the resultant wave has a varying amp: The velocity with which the maximum amplitude moves, is called group velocity.

c) group velocity $v = \frac{h}{m\lambda}$, phase vel $u = \nu\lambda = \frac{1}{2}\frac{mv^2}{h}, \lambda$

$h = 6.627 \times 10^{-34}$ Js.
$m = 9.1 \times 10^{-31}$ kg

$= \frac{h}{2m\lambda}$

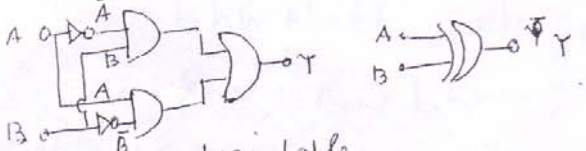
17 a) Fundamental interactions:
i) Gravitational force, ii) Electromagnetic interactions iii) Strong interaction iv) weak interaction.

b) Quark Composition: neutron(n) → udd, proton(p) → uud
u → up, d → down.

c) Refer to text book.

18a) Refer to text book.

b) XOR gate. output $Y = \bar{A}B + A\bar{B}$; A & B are inputs.



Logic table

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$\bar{A}B = Y'$	$A\bar{B} = Y''$	$Y' + Y'' = Y$
0	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	0	0	0

Truth table

A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

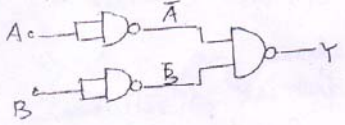
19 a) First theorem: The complement of the sum of two or more variables is equal to the product of the complements of variables.

$\therefore \overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$

Second theorem: The complement of the product of two variables is equal to the sum of the complements of the variables.

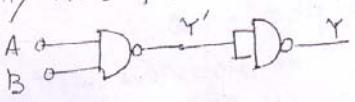
$\therefore \overline{A \cdot B} = \overline{A} + \overline{B}$

b) i) OR gate from NAND gate



A	B	$\overline{A}$	$\overline{B}$	Y
0	0	1	1	0
1	0	0	1	1
0	1	1	0	1
1	1	0	0	1

ii) AND from NAND



A	B	Y'	Y
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1