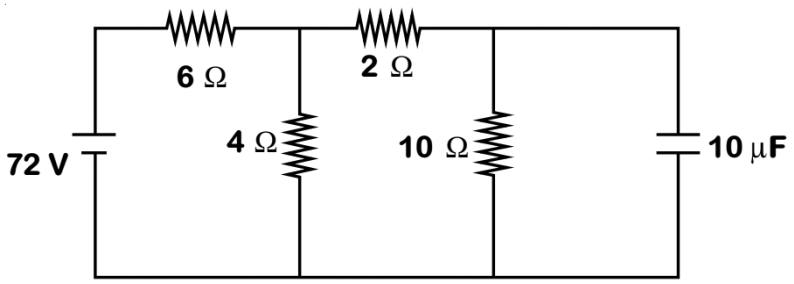
PHYSICS
09 APRIL 2019 [Phase : I]
JEE MAIN PAPER ONLINE

Capacitance

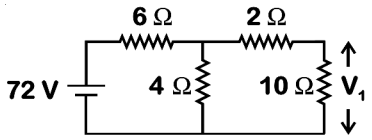
1. Deterine the charge on the capacitor in the following circuit :
दिये गये परिपथ में संधारित्र पर आवेश ज्ञात कीजिए।



(1) 200 μC (2) 60 μC (3) 10 μC (4) 2 μC

Ans. **(1)**

sol. At steady state current through capacitor is zero.
$V_C = V_1$ (Voltage across capacitor)



$$V_1 = \frac{5\times 72\times 3}{6\times 9} = 20V$$

$$Q = CV_C$$
$$= 200\ \mu C$$

Electromagnetic Waves

2. The magnetic field of a plane electromagnetic wave is given by :

$$\overline{B} = \overline{B}_0\hat{i}[\cos(kz-\omega t) + B_1\hat{j}\cos(kz+\omega t)]$$

where $B_0 = 3 \times 10^{-5}$ T and $B_1 = 2 \times 10^{-6}$ T.
The rms value of the force experienced by a stationary charge $Q = 10^{-4}$ C at $z = 0$ is closest to:
एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र निम्न है :

$$\overline{B} = \overline{B}_0\hat{i}[\cos(kz-\omega t) + B_1\hat{j}\cos(kz+\omega t)]$$

यहाँ $B_0 = 3 \times 10^{-5}$ T तथा $B_1 = 2 \times 10^{-6}$ T है।
एक स्थिर आवेश $Q = 10^{-4}$ C को $z = 0$ पर रखा गया है। इस पर लगे वर्ग माध्य मूल का बल सन्निकट मान होगा :

(1) 0.6 N (2) 0.9 N (3) 3×10^{-2} N (4) 0.1 N

Ans. **(1)**

sol. $|\vec{E}_1| = CB_1$

$|\vec{E}_2| = CB_2$

Also $\vec{E}_1 \perp E_2$

$$F_{net} = \frac{Q}{\sqrt{2}}\sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$= \frac{10^{-4}}{\sqrt{2}} \times 3 \times 10^8 \times 30 \times 10^{-6}$$

$$= \frac{90 \times 10^8 \times 10^{-10}}{\sqrt{2}}$$

$$\simeq 0.6N$$

Rotation

3. A stationary horizontal disc is free to rotate about its axis. When a torque is applied on it, its kinetic energy as a function of θ, where θ is the angle by which it has rotated, is given as $k\theta^2$. If its moment of inertia is I then the angular acceleration of the disc is:

एक स्थिर क्षैतिज डिस्क अपनी अक्ष के परितः घूमने के लिये स्वतंत्र है। जब इस पर एक बल आघूर्ण लगाया जाता है, तो इसकी गतिज ऊर्जा θ के फलन में $k\theta^2$ से दी जाती है, जहाँ θ परिभ्रमण कोण है। यदि इसका जड़त्व आघूर्ण I है, तो इसका कोणीय त्वरण होगा:

(1) $\frac{2k}{I}\theta$ (2) $\frac{k}{I}\theta$ (3) $\frac{k}{2I}\theta$ (4) $\frac{k}{4I}\theta$

Ans. (1)

sol. $\tau = \frac{dE}{d\theta}$

$2k\theta = I\alpha$

$\alpha = \frac{2k\theta}{I}$

Kinematics

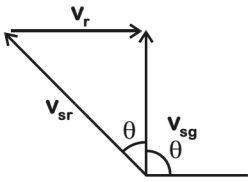
4. The stream of a river is flowing with a speed of 2 km/h. A swimmer can swim at a speed of 4 km/h. What should be the direction of the swimmer with respect to the flow of the river to cross the river straight?

एक नदी की धारा 2 km/h की गति से बह रही है। एक तैराक 4 km/h की गति से तैर सकता है। तैराक का नदी के प्रति तैरने की वह दिशा, जिससे वह नदी को सीधा पार कर सके, क्या होगी?

(1) 60° (2) 90° (3) 150° (4) 120°

Ans. (4)

sol. Draw velocity diagram



$\sin\theta = \frac{v_r}{v_{sr}} = \frac{1}{2}$

$\theta = 30^o$

$\phi = 90 + \theta = 120^o$

COM, Momentum & Collision

5. A uniform cable of mass 'M' and length 'L' is placed on a horizontal surface such that its $\left(\frac{1}{n}\right)^{th}$ part is hanging below the edge of the surface. To lift the hanging part of the cable upto the surface, the work done should be:

द्रव्यमान 'M' तथा लम्बाई 'L' की एक एकसमान केबल एक क्षैतिज समतल पर इस तरह रखी है कि इसकी $\left(\frac{1}{n}\right)$ लम्बाई का हिस्सा समतल की कोर से नीचे लटका है। इस लटके हुए केबल के हिस्से को समतल तक ऊपर खींचने के लिए किया गया कार्य होगा:

(1) $\frac{MgL}{n^2}$ (2) $nMgL$ (3) $\frac{MgL}{2n^2}$ (4) $\frac{2MgL}{n^2}$

Ans. **(3)**

sol. $m_1 = \frac{M}{n}$

$U_i = \frac{-M}{n} \times g\frac{L}{2n}$

$W = \frac{MgL}{2n^2}$

Communication Systems

6. A signal $A\cos\omega t$ is transmitted using $v_0\sin\omega_0 t$ as carrier wave. The correct amplitude modulated (AM) signal is:

एक सिग्नल $A\cos\omega t$ का संचार वाहक तरंग $v_0\sin\omega_0 t$ से किया जाता है। सही आयाम मॉडुलित सिग्नल होगा :

(1) $v_0\sin\omega_0 t + \frac{A}{2}\sin(\omega_0 - \omega)t + \frac{A}{2}\sin(\omega_0 + \omega)t$

(2) $(v_0 + A)\cos\omega t \sin\omega_0 t$

(3) $v_0\sin\omega_0 t + A\cos\omega t$

(4) $v_0 \sin[\omega_0(1 + 0.01A\sin\omega t)t]$

Ans. **(1)**

sol. $A = (v_0 + A\cos\omega t)\sin\omega_0 t$

$= v_0\sin(\omega_0 t) + \frac{A}{2}[\sin(\omega_0 - \omega)t + \sin(\omega_0 + \omega)t]$

Rotation

7. The following bodies are made to roll up (without slipping) the same inclined plane from a horizontal plane :

(i) a ring of radius R, (ii) a solid cylinder of radius $\frac{R}{2}$ and (iii) a solid sphere of radius $\frac{R}{4}$.

If, in each case, the speed of the center of mass at the bottom of the incline is same, the ratio of the maximum heights they climb is:

निम्न वस्तुएँ एक क्षैतिज समतल से एक झुके हुए समतल पर लुढ़कते हुए (बिना फिसले) ऊपर की ओर चढती हैं :

(i) त्रिज्या R का एक वलय, (ii) त्रिज्या $\frac{R}{2}$ का एक ठोस बेलन तथा (iii) त्रिज्या $\frac{R}{4}$ का एक ठोस गोला।

यदि प्रत्येक वस्तु के द्रव्यमान केन्द्र की गतियाँ झुके हुए समतल के निम्न बिन्दु पर बराबर हों, तो उनके द्वारा चढ़ी गयी अधिकतम ऊँचाइयों का अनुपात होगा :

(1) 14 : 15 : 20 (2) 10 : 15 : 7 (3) 4 : 3 : 2 (4) 2 : 3 : 4

Ans. (Bonus)

sol. $mgh = \frac{1}{2} I_p \omega^2$

For ring $\rightarrow h_1 = \frac{1}{2}\frac{(2mr'^2)}{mg}\frac{v^2}{(r')^2} = \frac{v^2}{g}$

For cylinder $\rightarrow h_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{3}{2}mr'^2\right)\frac{v^2}{(r')^2} = \frac{3}{4}\frac{v^2}{g}$

For sphere $\rightarrow h_3 = \frac{1}{2}\times\frac{\frac{7}{5}m(r')^2}{g}\frac{v^2}{(r')^2} = \frac{7}{10}\frac{v^2}{g}$

$h_1 : h_2 : h_3$

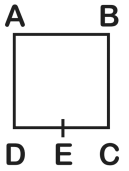
$2 : \frac{3}{2} : \frac{14}{10}$

20 : 15 : 14

Current Electricity

8. A wire of resistance R is bent to form a square ABCD as shown in the figure. The effective resistance between E and C is (E is mid-point of arm CD)

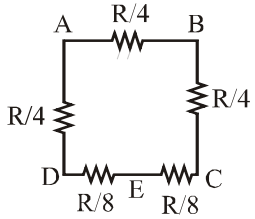
प्रतिरोध R के एक तार को चित्रानुसार एक वर्ग ABCD में मोड़ा गया है। बिन्दु E तथा C के बीच प्रभावी प्रतिरोध का मान होगा: (E भुजा CD का मध्यबिन्दु है)



(1) $\frac{3}{4}R$ (2) R (3) $\frac{1}{16}R$ (4) $\frac{7}{64}R$

Ans. (4)

sol.



$R_{EC} = \frac{R}{8}, R_2 = R_{AB} + R_{BC} + R_{AD} + R_{DE} = \frac{7R}{8}$

$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{8}{R} + \frac{8}{7R}$

$$R_{eq} = \frac{7R}{64}$$

Errors & Significant Digits

9. In the density measurement of a cube, the mass and edge length are measured as (10.00 ± 0.10) kg and (0.10 ± 0.01) m, respectively. The error in the measurement of density is

एक घनाकार गुटके का घनत्व निकालने के लिए, उसका द्रव्यमान तथा कोर की लम्बाई, क्रमशः (10.00 ± 0.10) kg तथा (0.10 ± 0.01) m मापी जाती है। घनत्व के मापन की त्रुटि होगी :

(1) 0.31 kg/m^3 (2) 0.01 kg/m^3 (3) 0.10 kg/m^3 (4) 0.07 kg/m^3

Ans. **(Bonus)**

sol. $\rho = M / V = \frac{10}{(0.1)^3} = 10,000\,kg/m^3$

$$\frac{d\rho}{\rho} = \left[\frac{dM}{M} + \frac{dV}{V}\right]$$

$$\frac{d\rho}{10000} = \frac{0.1}{10} + \frac{0.03}{0.1}$$

$d\rho = 3100$ kg/m^3

Magnetic Field & Force

10. A rectangular coil (Dimension 5 cm × 2.5 cm) with 100 turns, carrying a current of 3 A in the clock-wise direction, is kept centered at the origin and in the X-Z plane. A magnetic field of 1 T is applied along X-axis. If the coil is tilted through 45° about Z-axis, then the torque on the coil is

एक 100 फेरे वाली आयताकार (5 cm × 2.5 cm) कुंडली में 3A की धारा घड़ी की सुई की दिशा में बह रही है। इस कुंडली को मूल बिन्दु पर केन्द्रित करके X-Z समतल में रखा गया है। 1 T का चुम्बकीय क्षेत्र X-अक्ष की दिशा में है। यदि कुंडली को Z–अक्ष के परितः 45° से घुमाते हैं, तो इस पर लगा बल आघूर्ण होगा :

(1) 0.55 Nm (2) 0.27 Nm (3) 0.42 Nm (4) 0.38 Nm

Ans. **(2)**

sol. $\tau = \vec{M} \times \vec{B}$

$\tau = (nIA)\,(B)\cos 45$

$$\tau = 100 \times 3 \times 5 \times 2.5 \times 10^{-4} \times 1 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$= 0.27$ Nm

Fluid Mechanics

11. A simple pendulum oscillating in air has period T. The bob of the pendulum is completely immersed in a non-viscous liquid. The density of the liquid is $\frac{1}{16}^{th}$ of the material of the bob. If the bob is inside liquid all the time, its period of oscillation in this liquid is :

एक सरल दोलक का हवा में आवर्तकाल T है। इस दोलक के गोलक को एक श्यानता रहित द्रव, जिसका घनत्व गोलक के घनत्व का $\frac{1}{16}$ है, में दोलन करवाते हैं। यदि दोलन के समय यह गोलक पूर्णतयाः द्रव में रहता है तो इसका आवर्तकाल होगा :

(1) $2T\sqrt{\frac{1}{14}}$ (2) $4T\sqrt{\frac{1}{15}}$ (3) $4T\sqrt{\frac{1}{14}}$ (4) $2T\sqrt{\frac{1}{10}}$

Ans. **(2)**

sol. $T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{g_{eff}}}$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{g_{eff}}{g'_{eff}}}$$

$$g'_{eff} = g - \frac{g}{16} = \frac{15}{16}g$$

$$\frac{T'}{T} = \sqrt{\frac{16}{15}}$$

Magnetic Field & Force

12. The total number of turns and cross-section area in a solenoid is fixed. However, its length L is varied by adjusting the separation between windings. The inductance of solenoid will be proportional to
एक परिनालिका में कुल फेरों की संख्या तथा अनुप्रस्थ क्षेत्रफल नियत है। किन्तु इसकी लम्बाई L को इसके फेरों के बीच दूरी बदलकर परिवर्तित कर सकते हैं। इस परिनालिका का स्वप्रेरकत्व समानुपाती होगा :

(1) $1/L$ (2) L (3) $1/L^2$ (4) L^2

Ans. **(1)**

sol. $B = \mu_0 ni$

$\phi = \mu_0 ni(nL)A$

(inductance) $L' = \mu_0 n^2 LA$ $\left[n = \frac{N}{L}\right]$

$$L' = \mu_0 NA\left(\frac{N}{L}\right)$$

$$L' \propto \frac{1}{L}$$

KTG & Thermodynamics

13. For a given gas at 1 atm pressure, rms speed of the molecules is 200 m/s at 127°C. At 2 atm pressure and at 227°C, the rms speed of the molecules will be:
1 atm दबाव तथा 127°C तापमान पर एक दी हुयी गैस के अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग 200 m/s है। इसी गैस के अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग 227°C तथा 2 atm दबाव पर होगा :

(1) $100\sqrt{5}$ m / s (2) 100 m/s (3) $80\sqrt{5}$ m / s (4) 80 m/s

Ans. **(1)**

sol. $V \propto \sqrt{T}$

$$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$\frac{200}{V_2} = \sqrt{\frac{400}{500}}$$

$$V_2 = 200\sqrt{\frac{5}{4}} = 100\sqrt{5}\ m/s$$

Capacitance

14. A capacitor with capacitance 5 μF is charged to 5 μC. If the plates are pulled apart to reduce the capacitance to 2 μF, how much work is done?

5 μF धारिता के एक संधारित्र को 5 μC तक आवेशित किया जाता है। यदि संधारित्र की प्लेटों को दूर हटाकर उसकी धारिता 2 μF की दी जाये तो किया गया कार्य होगा :

(1) 2.55×10^{-6} J (2) 6.25×10^{-6} J (3) 3.75×10^{-6} J (4) 2.16×10^{-6} J

Ans. (3)

sol. $U_i = \frac{Q^2}{2C_1}$

$$U_f = \frac{Q^2}{2C_2}$$

$$W = \frac{Q^2}{2}\left[\frac{1}{C_2} - \frac{1}{C_1}\right]$$

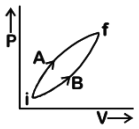
$$= \frac{(5)^2}{2}\left[\frac{1}{2} - \frac{1}{5}\right]$$

$W = 3.75\ \mu J$

KTG & Thermodynamics

15. Following figure shows two processes A and B for a gas. If ΔQ_A and ΔQ_B are the amount of heat absorbed by the system in two cases, and ΔU_A and ΔU_B are changes in internal energies, respectively, then:

दिये गये चित्र में दो प्रक्रियाओं A व B को एक गैस के लिये दिखाया है। यदि ΔQ_A तथा ΔQ_B इन प्रक्रियाओं के दौरान शोषित ऊष्माएँ ΔU_A तथा ΔU_B गैस की आंतरिक ऊर्जा के परिवर्तन हैं, तो :



(1) $\Delta Q_A > \Delta Q_B, \Delta U_A = \Delta U_B$ (2) $\Delta Q_A = \Delta Q_B; \Delta U_A = \Delta U_B$

(3) $\Delta Q_A > \Delta Q_B, \Delta U_A > \Delta U_B$ (4) $\Delta Q_A < \Delta Q_B, \Delta U_A < \Delta U_B$

Ans. (1)

sol. $\Delta W_A > \Delta W_B$

$\Delta U_A = \Delta U_B$

From first law of thermodynamics,

$\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

$\Delta Q_A > \Delta Q_B$

Geometrical Optics

16. A concave mirror for face viewing has focal length of 0.4 m. The distance at which you hold the mirror from your face in order to see your image upright with a magnification of 5 is:

अपने चेहरे को देखने के लिए एक 0.4 m फोकस दूरी का अवतल दर्पण उपयोग करते हैं। यदि अपने प्रतिबिम्ब को सीधा और 5 गुना

बड़ा देखना हो तो दर्पण की चेहरे से दूरी का मान होगा :

(1) 0.32 m (2) 0.24 m (3) 1.60 m (4) 0.16 m

Ans. **(1)**

sol. $\frac{1}{V}+\frac{1}{U}=-\frac{1}{40}$

$\frac{V}{U}=-5$

$-\frac{1}{5U}+\frac{1}{U}=-\frac{1}{40}$

$U = -32$ cm

Gravitation

17. A solid sphere of mass 'M' and radius 'a' is surrounded by a uniform concentric spherical shell of thickness 2a and mass 2M. The gravitational field at distance '3a' from the centre will be:

द्रव्यमान 'M' तथा त्रिज्या 'a' का एक ठोस गोला एक एकसमान समकेन्द्रीय गोलीय आवरण, जिसकी मोटाई '2a' तथा द्रव्यमान '2M' है, से घिरा है। केन्द्र से '3a' दूरी पर गुरूत्वीय क्षेत्र होगा :

(1) $\frac{GM}{9a^2}$ (2) $\frac{2GM}{9a^2}$ (3) $\frac{GM}{3a^2}$ (4) $\frac{2GM}{3a^2}$

Ans. **(3)**

sol. $E=\frac{GM}{(3a)^2}+\frac{2GM}{(3a)^2}$

$E=\frac{GM}{3a^2}$

Current Electricity

18. A moving coil galvanometer has resistance 50 Ω and it indicates full deflection at 4 mA current. A voltmeter is made using this galvanometer and a 5 kΩ resistance. The maximum voltage, that can be measured using this voltmeter, will be close to:

एक चल कुंडली धारामापी का प्रतिरोध 50 Ω है तथा यह 4 mA धारा से पूर्ण विक्षेप दिखाता है। इसे 5 kΩ प्रतिरोध का उपयोग करके एक वोल्टमीटर बनाते हैं। इस वोल्टमीटर से अधिकतम नापे जा सकने वाले वोल्टेज का निकटतम मान होगा :

(1) 10 V (2) 20 V (3) 15 V (4) 40 V

Ans. **(2)**

sol. $V = Ig\,(R_s + R_g)$

$= 4 \times 10^{-3}\,[5050]$

≈ 20 V

Sound Waves

19. The pressure wave, $P = 0.01\sin[1000\,t - 3x]Nm^{-2}$, corresponds to the sound produced by a vibrating blade on a day when atmospheric temperature is 0°C. On some other day when temperature is T, the speed of sound produced by the same blade and at the same frequency is found to be 336 ms^{-1}. Approximate value of T is :

कंपन करती हुयी एक पत्ती द्वारा उत्पादित ध्वनि के अनुसार दबाव तरंग का रूप है $P = 0.01\sin[1000\,t - 3x]Nm^{-2}$ इस दिन वायुमण्डल का तापमान 0°C है। किसी और दिन जब तापमान T है तो उसी पत्ती द्वारा उसी आवृत्ति से उत्पादित ध्वनि की गति 336

ms^{-1} पायी जाती है। T का लगभग मान होगा :

(1) 4°C (2) 12°C (3) 15°C (4) 11°C

Ans. (1)

sol. $V_1 = \frac{\omega}{k} = \frac{1000}{3} m/s$

$V \propto \sqrt{T}$

$\frac{dV}{V} = \frac{1}{2}\frac{dT}{T}$

$\frac{8 \times 3}{3 \times 1000} = \frac{1}{2} \times \frac{dT}{273}$

$dT = \frac{273 \times 2 \times 8}{1000} = 4.36^{o}C$

Atomic Structure

20. Taking the wavelength of first Balmer line in hydrogen spectrum (n = 3 to n = 2) as 660 nm, the wavelength of the 2nd Balmer line (n = 4 to n = 2) will be :

यदि हाइड्रोजन स्पेक्ट्रम की प्रथम बामर लाईन (n = 3 से n = 2) की तरंगदैर्ध्य 660 nm, हो तो दूसरी बामर लाईन (n = 4 से n = 2) की तरंगदैर्ध्य होगी :

(1) 889.2 nm (2) 488.9 nm (3) 388.9 nm (4) 642.7 nm

Ans. (2)

sol. $\frac{1}{\lambda_1} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right]$ (for first Balmer series)

$\frac{1}{\lambda_2} = R\left[\frac{1}{2^2} - \frac{1}{4^2}\right]$ (for second Balmer series)

$\frac{5\lambda_1}{36} = \frac{12\lambda_2}{4 \times 16}$

$\lambda_2 = \frac{5 \times 660 \times 64}{36 \times 12}$

$= 489$ nm

COM, Momentum & Collision

21. A body of mass 2 kg makes an elastic collision with a second body at rest and continues to move in the original direction but with one fourth of its original speed. What is the mass of the second body?

एक 2 kg द्रव्यमान के पिण्ड का प्रत्यास्थ संघट्ट एक स्थिर पिंड से होता है। पहला पिण्ड अपनी प्रारम्भिक दिशा में चलता रहता है लेकिन उसकी गति पहले से एक चौथाई हो जाती है। दूसरे पिण्ड का द्रव्यमान क्या होगा ?

(1) 1.5 kg (2) 1.8 kg (3) 1.0 kg (4) 1.2 kg

Ans. (4)

sol. $2V = \frac{2V}{4} + m_2V_2$ (from momentum conservation) .....(1)

$e = 1 = \frac{V_2 - V/4}{V}$ .....(2)

Solve equation (1) and (2)

$$\frac{3V}{2} = m_2\left(V + \frac{V}{4}\right)$$

$$m_2 = \frac{6}{5}kg$$

KTG & Thermodynamics

22. An HCl molecule has rotational, translational and vibrational motions. If the rms velocity of HCI molecules in its gaseous phase is $\bar{v}$, m is its mass and k_B is Boltzmann constant, then its temperature will be :
HCl अणु में घूर्णन, स्थानान्तरीय तथा कम्पन गतियाँ होती हैं। यदि HCl गैस के अणुओं का वर्ग माध्य मूल वेग $\bar{v}$ है, m इसका द्रव्यमान है, तो इसका तापमान होगा : (k_B : बोलट्समान नियतांक)

(1) $\frac{m\bar{v}^2}{5k_B}$ (2) $\frac{m\bar{v}^2}{6k_B}$ (3) $\frac{m\bar{v}^2}{7k_B}$ (4) $\frac{m\bar{v}^2}{3k_B}$

Ans. (4)

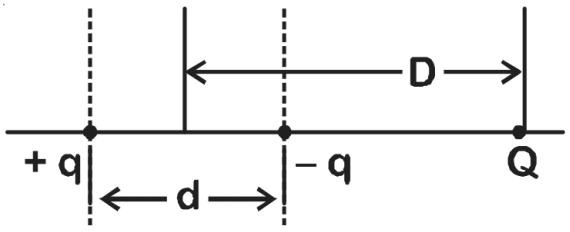
sol. $$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3RT}{mN_A}}$$

$$\bar{v} = \sqrt{\frac{3k_BT}{m}}$$

Electrostatics

23. A system of three charges are placed as shown in the figure :
तीन बिन्दु आवेशों का एक निकाय चित्र में प्रदर्शित है।



If D >> d, the potential energy of the system is best given by :
यदि D >> d तो इस निकाय की लगभग स्थितिज ऊर्जा होगी :

(1) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{q^2}{d} - \frac{qQd}{D^2}\right]$ (2) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[+\frac{q^2}{d} + \frac{qQd}{D^2}\right]$

(3) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{q^2}{d} + \frac{2qQd}{D^2}\right]$ (4) $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\left[-\frac{q^2}{d} - \frac{qQd}{2D^2}\right]$

Ans. (1)

sol. +q and –q is a dipole so

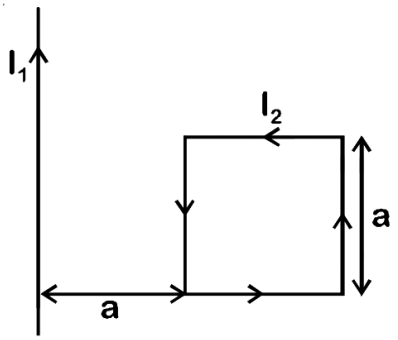
$$U = -\frac{Kq^2}{d} + QV$$

$$V = -\frac{KP}{D^2} = -\frac{Kqd}{D^2}$$

$$U = -\frac{Kq^2}{d} - \frac{KQqd}{D^2}$$

Magnetic Field & Force

24. A rigid square loop of side 'a' and carrying current I_2 is lying on a horizontal surface near a long current I_1 carrying wire in the same plane as shown in figure. The net force on the loop due to the wire will be :



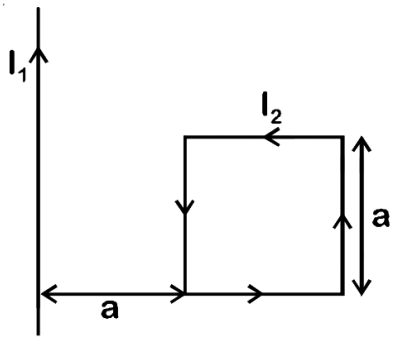
(1) Repulsive and equal to $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}$

(2) Repulsive and equal to $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$

(3) Zero

(4) Attractive and equal to $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{3\pi}$

भुजा 'a' वाला एक दृढ़ वर्गाकार वलय, जिसमें धारा I_2 है, एक क्षैतिज समतल पर रखा है। इसी समतल पर धारा I_1 वाला एक तार चित्रानुसार रखा है। तार द्वारा इस वलय पर लगा कुल बल होगा :



(1) प्रतिकर्षक एवं $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}$ के बराबर

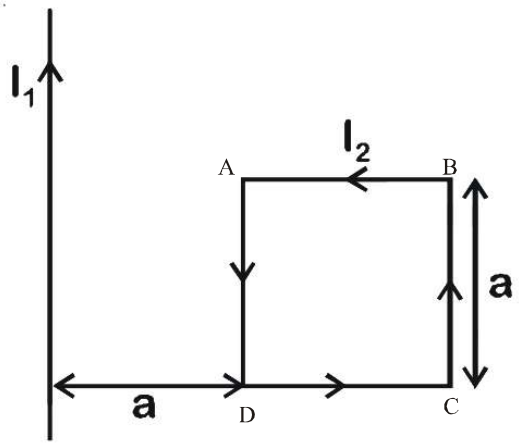
(2) प्रतिकर्षक एवं $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi}$ के बराबर

(3) शून्य

(4) आकर्षक एवं $\frac{\mu_0 I_1 I_2}{3\pi}$ के बराबर

Ans. (1)

sol.



$F = I_2 a(B_1 - B_2)$

Magnetic force on AB wire and CD wire cancel each other

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi a} \text{ (MF at AD wire)}$$

$$B_2 = \frac{\mu_0 I_1}{4\pi a} \text{ (MF at BC wire)}$$

$$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi}$$

Waves on a String

25. A string is clamped at both the ends and it is vibrating in its 4th harmonic. The equation of the stationary wave is $Y = 0.3 \sin(0.157x) \cos(200\pi t)$. The length of the string is : (All quantities are in SI units)

एक डोरी के दोनों सिरों को जकड़ कर रखा गया है तथा यह अपने चतुर्थ संनादी में कम्पन कर रही है। इस अप्रगामी तरंग का समीकरण है $Y = 0.3 \sin(0.157x) \cos(200\pi t)$. इस डोरी की लम्बाई होगी :

(सभी राशियाँ SI मात्रक में हैं।)

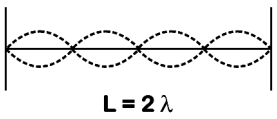
(1) 60 m (2) 20 m (3) 40 m (4) 80 m

Ans. **(4)**

sol. $k = 0.157$

$$= \frac{3.14}{20} = \frac{\pi}{20}$$

In 4th harmonic



$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \pi / 20$$

$\lambda = 40$ m

$$\therefore \quad L = \frac{4\lambda}{2} = 80\,\text{m}$$

Semiconductors

26. An NPN transistor is used in common emitter configuration as an amplifier with 1 kΩ load resistance. Signal voltage of 10 mV is applied across the base-emitter. This produces a 3 mA change in the collector current and 15μA change in the base current of the amplifier. The input resistance and voltage gain are :

एक NPN ट्रान्सिस्टर को उभयनिष्ठ उत्सर्जक विन्यास में एक प्रवर्धक (amplifier) की तरह उपयोग करते हैं। इसमें 1 kΩ का लोड प्रतिरोध लगा है। 10 mV का सिग्नल वोल्टेज आधार व उत्सर्जक के बीच में लगाने पर संग्राहक धारा में 3 mA का और आधार धारा में 15μA का परिवर्तन होता है। निवेश प्रतिरोध तथा वोल्टेज लब्धि (gain) के मान होंगे :

(1) 0.33 kΩ, 1.5 (2) 0.33 kΩ, 300 (3) 0.67 kΩ, 200 (4) 0.67 kΩ, 300

Ans. **(4)**

sol. $\beta = \frac{I_C}{I_B} = 200$

$R_i = \frac{10\times10^{-3}}{15\times10^{-6}} = 0.67K\Omega$

$\text{Voltage Gain} = \beta\left(\frac{R_o}{R_i}\right) = 300$

Dual Nature of Radiation & Matter

27. The electric field of light wave is given as $\vec{E} = 10^{-3}\cos\left(\frac{2\pi x}{5\times10^{-7}} - 2\pi\times6\times10^{14}t\right)\hat{x}\frac{N}{C}$. This light falls on a metal plate of work function 2eV. The stopping potential of the photoelectrons is : Given, $E\,(\text{in eV}) = \frac{12375}{\lambda(\text{in Å})}$

प्रकाश की एक तरंग का विद्युत क्षेत्र निम्न है,

$\vec{E} = 10^{-3}\cos\left(\frac{2\pi x}{5\times10^{-7}} - 2\pi\times6\times10^{14}t\right)\hat{x}\frac{N}{C}$ यह प्रकाश एक धातु की प्लेट पर आपतित है जिसका कार्य फलन 2eV है। प्रकाशिक इलेक्ट्रॉनों के निरोधी विभव का मान होगा :

दिया है (eV में) = $\frac{12375}{\lambda(\text{in Å})}$

(1) 0.48 V (2) 2.48 V (3) 0.72 V (4) 2.0 V

Ans. **(1)**

sol. $\lambda = 5 \times 10^{-7}$ m

$E = \frac{12375}{5000} = 2.475\,eV$

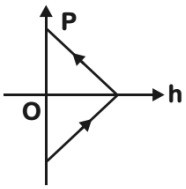
$K_{max} = E - \phi$

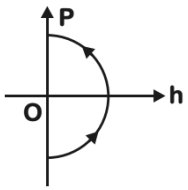
$= 0.48$ eV

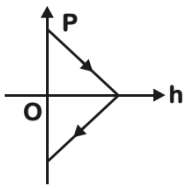
COM, Momentum & Collision

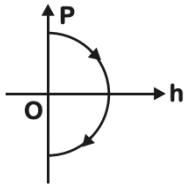
28. A ball is thrown vertically up (taken as + z-axis) from the ground. The correct momentum-height (p-h) diagram is:

एक गेंद को ऊपर की ओर ऊर्ध्वाधर (मानो + z-अक्ष) दिशा में फेंका जाता है। इसका सही संवेग–ऊँचाई (p-h) चित्र होगा :

(1) 

(2) 

(3) 

(4) 

Ans. **(4)**

sol. $V = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$

Direction of velocity changes at top most point

Fluid Mechanics

29. If 'M' is the mass of water that rises in a capillary tube of radius 'r', then mass of water which will rise in a capillary tube of radius '2r' is

यदि एक 'r' त्रिज्या की केशिका नली में चढ़े हुए पानी का द्रव्यमान 'M' है तो '2r' त्रिज्या की केशिका नली में चढ़ने वाले पानी का द्रव्यमान होगा :

(1) 2 M (2) M (3) 4 M (4) $\frac{M}{2}$

Ans. **(1)**

sol. $h \propto 1/r$

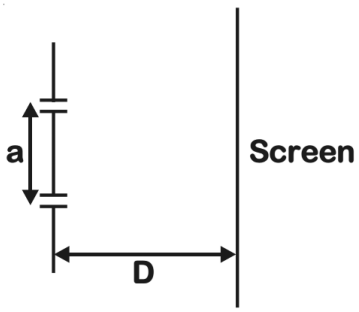
$M \propto \pi r^2 h$ (Volume of cylinder)

$M \propto r$

Wave Optics

30. The figure shows a Young's double slit experimental setup. It is observed that when a thin transparent sheet of thickness t and refractive index μ is put in front of one of the slits, the central maximum gets shifted by a distance equal to n fringe widths. If the wavelength of light used is λ, t will be :

चित्र में यंग का द्विझिर्री प्रयोग का विन्यास दिखाया है। यह पाया जाता है कि जब एक पतली पारदर्शी मोटाई t तथा अपवर्तनांक μ की झिल्ली एक झिरी के समाने लगाते हैं, तो केन्द्रीय अधिकतम अपने स्थान से n फ्रिंज–चौड़ाई से विस्थापित हो जाता है। यदि इस प्रयोग में उपयोग किये गये प्रकाश की तरंगदैर्ध्य λ है तो t का मान होगा :



(1) $\frac{2nD\lambda}{a(\mu-1)}$ (2) $\frac{2D\lambda}{a(\mu-1)}$ (3) $\frac{nD\lambda}{a(\mu-1)}$ (4) $\frac{D\lambda}{a(\mu-1)}$

Ans. **(Bonus)**

sol. $(\mu - 1)\, t = n\, \lambda$

$$t = \frac{n\lambda}{\mu - 1}$$