



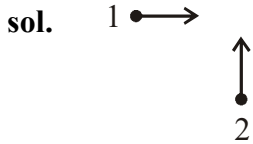
Dual Nature of Radiation & Matter

1. Two particles move at right angle to each other. Their de Broglie wavelengths are λ_1 and λ_2 respectively. The particles suffer perfectly inelastic collision. The de Broglie wavelength λ , of the final particle, is given by:

दो कण एक दूसरे से लम्बवत् दिशाओं में गतिशील हैं। इन कणों की डी-ब्रोग्ली तरंग लम्बाइयों क्रमशः λ_1 तथा λ_2 हैं। इन कणों का पूर्णतया अप्रत्यास्थ संघट्ट होता है। परिणामी कण की डी-ब्रोग्ली तरंगदैर्घ्य λ इस समीकरण से दी जाती है :

(1) $\lambda = \sqrt{\lambda_1 \lambda_2}$ (2) $\lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{2}$ (3) $\frac{2}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}$ (4) $\frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$

A. 4



$$p_1 = \frac{h}{\lambda_1}$$

$$p_2 = \frac{h}{\lambda_2}$$

$$\therefore p_f = \sqrt{p_1^2 + p_2^2}$$

$$\Rightarrow \frac{h}{\lambda} = \sqrt{\frac{h^2}{\lambda_1^2} + \frac{h^2}{\lambda_2^2}}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda^2} = \frac{1}{\lambda_1^2} + \frac{1}{\lambda_2^2}$$

Units & Dimensions

2. In SI units, the dimensions of $\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$ is :

SI इकाई में, $\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}}$ की विमा है :

(1) $AT^2M^{-1}L^{-1}$ (2) $AT^{-3}ML^{3/2}$ (3) $A^{-1}TML^3$ (4) $A^2T^3M^{-1}L^{-2}$

A. 4

sol.
$$\left[\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \right] = \left[\frac{\epsilon_0}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}} \right] = [LT^{-1}] \times [\epsilon_0]$$

$$\therefore F = \frac{q^2}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

$$\Rightarrow [\epsilon_0] = \frac{[AT]^2}{[MLT^{-2}] \times [L^2]}$$

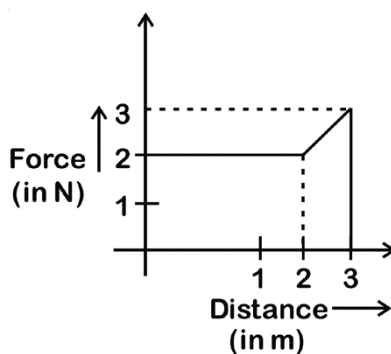
$$\therefore \left[\sqrt{\frac{\epsilon_0}{\mu_0}} \right] = [LT^{-1}] \times [A^2 M^{-1} L^{-3} T^4]$$

$$= [M^{-1} L^{-2} T^3 A^2]$$

Circular & WPE

3. A particle moves in one dimension from rest under the influence of a force that varies with the distance travelled by the particle as shown in the figure. The kinetic energy of the particle after it has travelled 3 m is

एक कण एक बल के प्रभाव में विरामावस्था से गति प्रारम्भ करता है। बल, कण द्वारा चली दूरी के अनुसार इस प्रकार परिवर्तित होता है जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। 3 m दूरी चलने के बाद कण की गतिज ऊर्जा है :



- (1) 4 J (2) 2.5 J (3) 5 J (4) 6.5 J

A. 4

sol. Area under F-x graph

$$\Delta K.E = W = \frac{1}{2} \times (3+2) \times (3-2) + 2 \times 2$$

$$= 2.5 + 4$$

$$= 6.5$$

Atomic Structure

4. Radiation coming from transitions $n = 2$ to $n = 1$ of hydrogen atoms fall on He^+ ions in $n = 1$ and $n = 2$ states.

The possible transition of helium ions as they absorb energy from the radiation is

हाइड्रोजन परमाणु के $n = 2$ से $n = 1$ संक्रमण से निकला विकिरण He^+ की $n = 1$ और $n = 2$ अवस्थाओं पर पड़ता है। हीलियम आयनों द्वारा इस विकिरण की ऊर्जा शोषण से संभव संक्रमण है :



- (1) $n = 2 \rightarrow n = 4$ (2) $n = 2 \rightarrow n = 5$ (3) $n = 2 \rightarrow n = 3$ (4) $n = 1 \rightarrow n = 4$

A. 1

sol. Energy released by hydrogen atom

$$\Delta E_1 = 13.6 \times \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) = \frac{3}{4} \times 13.6 \text{ eV}$$

$$= 10.2 \text{ eV}$$

Also, energy absorbed by H_c^+ ion in transition

$$n = 2 \rightarrow n = 4$$

$$\Delta E_2 = 13.6 \times 4 \times \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) = 10.2 \text{ eV}$$

So, possible transition is $n = 2 \rightarrow n = 4$

Fluid Mechanics

5. Water from a pipe is coming at a rate of 100 liters per minute. If the radius of the pipe is 5 cm, the Reynolds number for the flow is of the order of:

(density of water = 1000 kg/m³, coefficient of viscosity of water = 1 mPa s)

एक पाइप से पानी 100 लीटर प्रति मिनट की दर से निकल रहा है। यदि पाइप की त्रिज्या 5 cm है, तब प्रवाह की रेनाल्ड संख्या की कोटि है :

(पानी का घनत्व = 1000 kg/m³, पानी का श्यानता गुणांक = 1 mPa s)

- (1) 10² (2) 10⁴ (3) 10³ (4) 10⁶

A. 2

sol. Flow rate of water (Q) = 100 lit/min

$$= \frac{100 \times 10^{-3}}{60} = \frac{5}{3} \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\therefore \text{Velocity of flow (v)} = \frac{Q}{A} = \frac{5 \times 10^{-3}}{3 \times \pi \times (5 \times 10^{-2})^2}$$

$$= \frac{10}{15\pi} = \frac{2}{3\pi} \text{ m/s}$$

$$= 0.2 \text{ m/s}$$

$$\therefore \text{Reynold number (R}_c) = \frac{Dv\rho}{\eta}$$

$$= \frac{(10 \times 10^{-2}) \times \frac{2}{3\pi} \times 1000}{1} \approx 2 \times 10^4$$

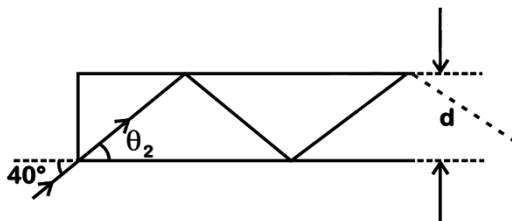
$$\text{Order of R}_c = 10^4$$

Geometrical Optics

6. In figure, the optical fiber is $l = 2$ m long and has a diameter of $d = 20 \mu\text{m}$. If a ray of light is incident on one end of the fiber at angle $\theta_1 = 40^\circ$, the number of reflections it makes before emerging from the other end is close to: (refractive index of fiber is 1.31 and $\sin 40^\circ = 0.64$)

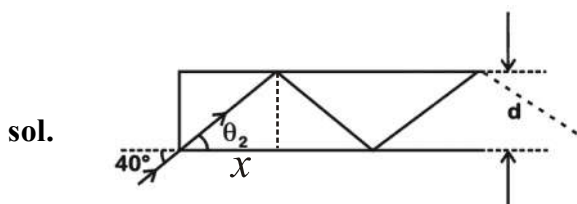
चित्र में $l = 2$ m लम्बे तथा $d = 20 \mu\text{m}$ व्यास के एक प्रकाश तन्तु को दिखाया है। यदि प्रकाश की किरण इस तन्तु के एक सिरे पर $\theta_1 = 40^\circ$ कोण पर आपतित होती है तो दूसरे सिरे से निकलने से पूर्व इसके परावर्तनों की लगभग संख्या होगी :

(फाइबर का अपवर्तनांक 1.31 है तथा $\sin 40^\circ = 0.64$)



- (1) 66000 (2) 55000 (3) 45000 (4) 57000

A. 4



$$1 \times \sin 40^\circ = 1.31 \sin \theta$$

$$\Rightarrow \sin \theta = \frac{0.64}{1.31} \Rightarrow \theta \approx 30^\circ$$

$$x = 20 \mu\text{m} \times \cot \theta$$

$$\therefore N = \frac{2}{x} = \frac{2}{20 \times 10^{-6} \times \cot \theta}$$

$$= \frac{2 \times 10^6}{20 \times \sqrt{3}} = 57735$$

$$N \approx 57000$$

Current Electricity

7. A 200Ω resistor has a certain color code. If one replaces the red color by green in the code, the new resistance will be :

200Ω के एक प्रतिरोध का एक निश्चित वर्ण संकेत (color code) है। यदि लाल वर्ण को हरे वर्ण से विस्थापित कर देते हैं तो नया प्रतिरोध होगा:

- (1) 400Ω (2) 500Ω (3) 300Ω (4) 100Ω

A. 2

sol. $200 \Omega = \text{Red} + \text{Black} + \text{Brown}$

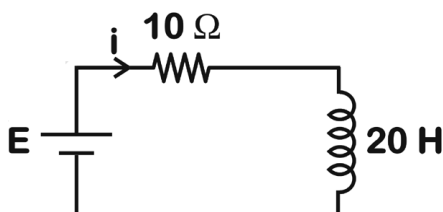
Green \equiv 5

So, Green + Black + Brown \equiv 500 Ω

Magnetic Field & Force

8. A 20 Henry inductor coil is connected to a 10 ohm resistance in series as shown in figure. The time at which rate of dissipation of energy (Joule's heat) across resistance is equal to the rate at which magnetic energy is stored in the inductor, is :

चित्र में दर्शाये अनुसार 10 ohm का प्रतिरोध 20 Henry के एक प्रेरकत्व कुण्डली से श्रेणीक्रम में जुड़ा हुआ है। वह समय ज्ञात करो जब प्रतिरोध में ऊष्माहानि की दर (Joule's heat) प्रेरकत्व में संग्रहित हो रही चुम्बकीय ऊर्जा की दर के समान हो –



- (1) $\frac{2}{\ln 2}$ (2) $2 \ln 2$ (3) $\ln 2$ (4) $\frac{1}{2} \ln 2$

A. 2

sol. $P_R = i^2 \times R$ (for resistance)

$P_B = V \times i$ (for battery)

$\therefore P_L = Vi - i^2R$ (for inductor)

$\Rightarrow Vi - i^2R - i^2R$

$\Rightarrow i = \frac{V}{2R}$ and $i = \frac{V}{R} \cdot (1 - e^{-t/\tau})$

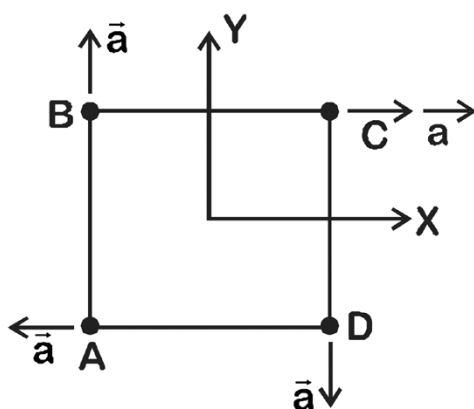
$\therefore \frac{V}{2R} = \frac{V}{R} (1 - e^{-t/\tau})$

$\Rightarrow t = \tau \ln(2) = \frac{20}{10} \ln(2) = 2 \ln(2)$

COM, Momentum & Collision

9. Four particles A, B, C and D with masses $m_A = m$, $m_B = 2m$, $m_C = 3m$ and $m_D = 4m$ are at the corners of a square. They have accelerations of equal magnitude with directions as shown. The acceleration of the centre of mass of the particles is :

द्रव्यमान $m_A = m$, $m_B = 2m$, $m_C = 3m$ तथा $m_D = 4m$ वाले चार कण A, B, C और D एक वर्ग के कोनों पर रखे गये हैं। उनके त्वरण एकसमान परिमाण के हैं और दर्शाए गये चित्र के अनुसार हैं। कणों के द्रव्यमान केन्द्र का त्वरण है :



- (1) Zero (2) $a(\hat{i} + \hat{j})$ (3) $\frac{a}{5}(\hat{i} + \hat{j})$ (4) $\frac{a}{5}(\hat{i} - \hat{j})$

A. 4

sol.
$$a_{CM} = \frac{(2m)a\hat{j} + 3m \times a\hat{i} + ma(-\hat{i}) + 4m \times a(-\hat{j})}{2m + 3m + 4m + m}$$

$$= \frac{2a\hat{i} - 2a\hat{j}}{10} = \frac{a}{5}(\hat{i} - \hat{j})$$

Electromagnetic Waves

10. A plane electromagnetic wave travels in free space along the x-direction. The electric field component of the wave at a particular point of space and time is $E = 6 \text{ Vm}^{-1}$ along y-direction. Its corresponding magnetic field component, B would be :

- (1) $2 \times 10^{-8} \text{ T}$ along y-direction (2) $6 \times 10^{-8} \text{ T}$ along z-direction
 (3) $2 \times 10^{-8} \text{ T}$ along z-direction (4) $6 \times 10^{-8} \text{ T}$ along x-direction

एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग मुक्त आकाश में x-दिशा में गतिशील है। आकाश के एक विशेष बिन्दु पर तरंग का विद्युत क्षेत्र घटक, एक समय पर $E = 6 \text{ Vm}^{-1}$ y-दिशा में है। उसके संगत इसका चुम्बकीय क्षेत्र घटक B होगा :

- (1) y-दिशा में $2 \times 10^{-8} \text{ T}$ (2) z-दिशा में $6 \times 10^{-8} \text{ T}$
 (3) z-दिशा में $2 \times 10^{-8} \text{ T}$ (4) x-दिशा में $6 \times 10^{-8} \text{ T}$

A. 3

sol.
$$B_0 = \frac{E_0}{c} = \frac{6}{3 \times 10^8} = 2 \times 10^{-8} \text{ T}$$

Propagation direction = $\hat{E} \times \hat{B}$

$$\hat{i} = \hat{j} \times \hat{B}$$

$$\Rightarrow \hat{B} = \hat{k}$$

Capacitance

11. Voltage rating of a parallel plate capacitor is 500 V. Its dielectric can withstand a maximum electric field of 10^6 V/m . The plate area is 10^{-4} m^2 . What is the dielectric constant if the capacitance is 15 pF ?

(given $\epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{Nm}^2$)



एक समान्तर प्लेट संधारित्र की वोल्टेज श्रेणी (rating) 500 V है। इसका परावैद्युत पदार्थ अधिकतम 10^6 V/m का विद्युत क्षेत्र सहन कर सकता है। प्लेट का क्षेत्रफल 10^{-4} m² है। यदि संधारित्र की धारिता का मान 15 pF हो तो परावैद्युतांक का मान होगा :

(दिया है $\epsilon_0 = 8.86 \times 10^{-12}$ C²/Nm²)

- (1) 3.8 (2) 4.5 (3) 8.5 (4) 6.2

A. 3

sol. $C = \frac{k \epsilon_0 A}{d}$

$$E = \frac{V}{d}$$

$$15 \times 10^{-12} = \frac{k \times 8.86 \times 10^{-12} \times 10^{-4} \times 10^6}{500}$$

$$k = 8.5$$

Communication Systems

12. The wavelength of the carrier waves in a modern optical fiber communication network is close to :

एक आधुनिक प्रकाशीय फाइबर संचरण जाल में वाहक तरंग की निकटतम तरंगदैर्घ्य है :

- (1) 600 nm (2) 900 nm (3) 1500 nm (4) 2400 nm

A. 3

sol. Fact Based

Wavelength of carrier waves in modern optical fiber communication is most widely used near about 1500 nm.

Elasticity

13. A steel wire having a radius of 2.0 mm, carrying a load of 4 kg, is hanging from a ceiling. Given that $g = 3.1 \pi \text{ ms}^{-2}$, what will be the tensile stress that would be developed in the wire?

(1) $4.8 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$ (2) $3.1 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$

(3) $5.2 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$ (4) $6.2 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$

4 kg के भार को वहन करते हुए एक 2.0 mm त्रिज्या के स्टील के एक तार को छत से लटकाया गया है। दिया है $g = 3.1 \pi \text{ ms}^{-2}$ । तार में उत्पन्न तन्व्य प्रतिबल (tensile stress) का मान क्या होगा?

(1) $4.8 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$ (2) $3.1 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$

(3) $5.2 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$ (4) $6.2 \times 10^6 \text{ Nm}^{-2}$

A. 2

sol. $\text{Stress} = \frac{F}{A} = \frac{4 \times 3.1 \pi}{\pi \times (2 \times 10^{-3})^2} = 3.1 \times 10^6 \text{ N / m}^2$

Rotation

14. A thin circular plate of mass M and radius R has its density varying as $\rho(r) = \rho_0 r$ with ρ_0 as constant and r is the distance from its center. The moment of inertia of the circular plate about an axis perpendicular to the plate and passing through its edge is $I = a MR^2$. The value of the coefficient a is

द्रव्यमान M और त्रिज्या R की एक वृत्तीय प्लेट का घनत्व $\rho(r) = \rho_0 r$, के अनुसार परिवर्तित हो रहा है जहाँ ρ_0 स्थिरांक है और r उसके केन्द्र से दूरी है। प्लेट के लम्बवत् और प्लेट की परिधि से जाने वाली अक्ष के परितः वृत्तीय प्लेट का जड़त्व आघूर्ण $I = a MR^2$ है। गुणांक a का मान है :

- (1) $\frac{3}{2}$ (2) $\frac{1}{2}$ (3) $\frac{3}{5}$ (4) $\frac{8}{5}$

A. 4

sol.
$$M = \int_0^R \rho_0 r \times 2\pi r dr = \frac{2\pi\rho_0 R^3}{3}$$

$$I_C = \int_0^R \rho_0 r \times 2\pi r dr \times r^2 = \frac{2\pi\rho_0 R^5}{5}$$

$$\therefore I = I_C + MR^2 = 2\pi\rho_0 R^5 \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} \right) = \frac{16\pi\rho_0 R^5}{15}$$

$$= \frac{8}{5} \left[\frac{2}{3} \pi\rho_0 R^3 \right] R^2 = \frac{8}{5} MR^2$$

Alternating Current

15. An alternating voltage $v(t) = 220 \sin 100\pi t$ volt is applied to a purely resistive load of 50Ω . The time taken for the current to rise from half of the peak value to the peak value is :

एक प्रत्यावर्ती वोल्टेज स्रोत $v(t) = 220 \sin 100\pi t$ वोल्ट को एक 50Ω प्रतिरोध पर लगाया गया है। धारा का मान आधे शिखर मान से पूर्ण शिखर मान तक बढ़ने में लगे समय का मान होगा :

- (1) 2.2 ms (2) 7.2 ms (3) 5 ms (4) 3.3 ms

A. 4

sol. $I = I_m \sin(100\pi t)$

t_1 is time taken to reach half of the peak value

$$\Rightarrow \frac{I_m}{2} = I_m \sin(100\pi t_1)$$

$$\Rightarrow \frac{\pi}{6} = 100\pi t_1$$

$$\Rightarrow t_1 = \frac{1}{600} \text{ s}$$

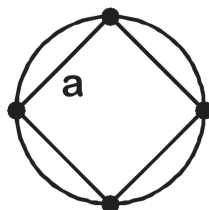
$$T = \frac{2\pi}{100\pi} = \frac{1}{50} \text{ s} \left(\frac{T}{4} \text{ is time taken to reach from zero to peak value} \right)$$

$$\therefore t_{\text{req}} = \frac{T}{4} - t_1 = \frac{1}{200} - \frac{1}{600} = \frac{2}{600} = \frac{1}{300} \text{ s} = 3.3 \text{ ms}$$

Gravitation

16. Four identical particles of mass M are located at the corners of a square of side ' a '. What should be their speed if each of them revolves under the influence of others' gravitational field in a circular orbit circumscribing the square ?

द्रव्यमान M के चार एकसमान कण भुजा ' a ' के एक वर्ग के कोनों पर स्थित है। यदि ये कण एक दूसरे के गुरुत्वाकर्षण प्रभाव में इस वर्ग के परिवृत्त एक वृत्तीय कक्षा में गतिशील हैं तो कण की चाल क्या होगी?



(1) $1.41\sqrt{\frac{GM}{a}}$

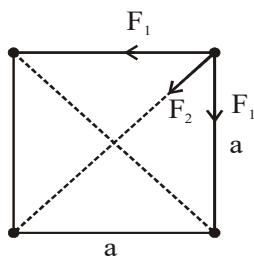
(2) $1.16\sqrt{\frac{GM}{a}}$

(3) $1.21\sqrt{\frac{GM}{a}}$

(4) $1.35\sqrt{\frac{GM}{a}}$

A. 2

sol.



$$r = \frac{a}{\sqrt{2}}, F_1 = \frac{GM^2}{a^2}, F_2 = \frac{GM^2}{(\sqrt{2}a)^2}$$

$$2F_1 \cos 45 + F_2 = \frac{mv^2}{r}$$

$$\therefore \frac{Mv^2}{\left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)} = \frac{GM^2}{a^2} \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2} \right)$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{GM}{a} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)$$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{GM}{a} \left(1 + \frac{1}{2\sqrt{2}} \right)} = 1.16\sqrt{\frac{GM}{a}}$$

Electrostatics

17. The bob of a simple pendulum has mass 2 g and a charge of $5.0 \mu\text{C}$. It is at rest in a uniform horizontal electric field of intensity 2000 V/m. At equilibrium, the angle that the pendulum makes with the vertical is (take $g = 10 \text{ m/s}^2$)

$5.0 \mu\text{C}$ आवेश वाला और द्रव्यमान 2 g का एक सरल दोलक का बॉब तीव्रता 2000 V/m के एक एकसमान क्षैतिज विद्युत क्षेत्र में विरामावस्था पर है। साम्यावस्था में, ऊर्ध्वाधर से दोलक जो कोण बनाएगा, वह है :

($g = 10 \text{ m/s}^2$ लें)

- (1) $\tan^{-1}(0.2)$ (2) $\tan^{-1}(5.0)$ (3) $\tan^{-1}(2.0)$ (4) $\tan^{-1}(0.5)$

A. 4

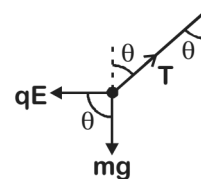
sol. In y direction $T \cos \theta = mg$ (1)

In x direction $T \sin \theta = qE$ (2)

$$\frac{2}{1} \Rightarrow \tan \theta = \frac{qE}{mg}$$

$$\tan \theta = \frac{5 \times 10^{-6} \times 2000}{2 \times 10^{-3} \times 10} = \frac{1}{2}$$

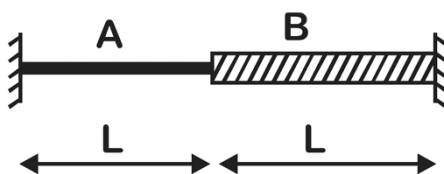
$$\Rightarrow \tan^{-1}\left(\frac{1}{2}\right)$$



Waves on a String

18. A wire of length $2L$, is made by joining two wires A and B of same length but different radii r and $2r$ and made of the same material. It is vibrating at a frequency such that the joint of the two wires forms a node. If the number of antinodes in wire A is p and that in B is q then the ratio $p : q$ is

एक ही पदार्थ के एकसमान लम्बाई परन्तु भिन्न त्रिज्या r तथा $2r$ के दो तारों को जोड़कर, $2L$ लम्बाई का एक तार बनाया जाता है। यह इस प्रकार कम्पित होता है कि दोनों तारों का जोड़ एक निस्पंद बने। यदि तार A में प्रस्पंदों की संख्या p है और B में q है, तब अनुपात $p : q$ है :



- (1) 4 : 9 (2) 1 : 2 (3) 3 : 5 (4) 1 : 4

A. 2

sol. $\frac{V_A}{V_B} = \sqrt{\frac{u_B}{u_A}} = \frac{r_B}{r_A} = 2 = \frac{\lambda_A}{\lambda_B}$

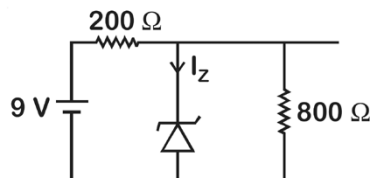
$$\Rightarrow \lambda_A = 2\lambda_B$$

$$\Rightarrow \frac{p}{q} = \frac{1}{2}$$

Semiconductor

19. The reverse breakdown voltage of a Zener diode is 5.6 V in the given circuit.

दिये गये परिपथ में जेनर डायोड की पश्च भंजन वोल्टता 5.6 V है –

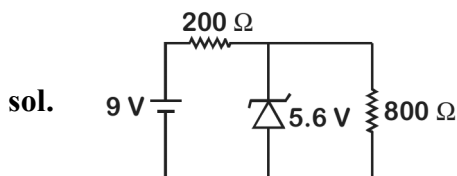


The current I_z through the Zener is

तो जेनर डायोड से प्रवाहित धारा I_z होगी –

- (1) 15 mA (2) 7 mA (3) 10 mA (4) 17 mA

A. 3



$$I_{800\Omega} = \frac{5.6}{800} \text{ A} = 7 \text{ mA}$$

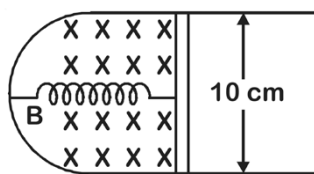
$$I_{200\Omega} = \frac{9 - 5.6}{200} = 17 \text{ mA}$$

$$\therefore I_z = 17 - 7 = 10 \text{ mA}$$

Electromagnetic Induction

20. A thin strip 10 cm long is on a U shaped wire of negligible resistance and it is connected to a spring of spring constant 0.5 Nm^{-1} (see figure). The assembly is kept in a uniform magnetic field of 0.1 T. If the strip is pulled from its equilibrium position and released, the number of oscillations it performs before its amplitude decreases by a factor of e is N. If the mass of the strip is 50 grams, its resistance 10Ω and air drag negligible, N will be close to

नगण्य प्रतिरोध वाले एक U आकार के तार पर 10 cm लम्बी एक पतली पट्टी रखी है और इसे 0.5 Nm^{-1} कमानी स्थिरांक वाली एक कमानी से जोड़ा गया है। (चित्र देखें)। समायोजन को एक 0.1 T के एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में रखा गया है। यदि पट्टी को इसकी साम्यावस्था से खींचा जाता है और फिर छोड़ दिया जाता है, तब इसके आयाम में e के गुणक से कमी आने के लिये किये गये दोलनों की संख्या N है। यदि पट्टी का द्रव्यमान 50 ग्राम है, इसका प्रतिरोध 10Ω हैं और वायु अवरोध (drag) नगण्य है, तब N का मान लगभग होगा :



- (1) 1000 (2) 5000 (3) 50000 (4) 10000

A. 2

sol. $F = -kx - iIB = -kx - \frac{Blv}{R} \times IB$

$$F = -kx - \frac{B^2 I^2}{R} \times v$$

So, it is case of damped oscillation

$$\Rightarrow A = A_0 e^{-\frac{bt}{2m}}$$

$$\Rightarrow \frac{A_0}{e} = A_0 e^{-\frac{bt}{2m}}$$

$$\Rightarrow t = \frac{2m}{\left(\frac{B^2 I^2}{R}\right)} = \frac{2 \times 50 \times 10^{-3} \times 10}{0.01 \times 0.01} = 10000 \text{ s}$$

Time period, $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \approx 2 \text{ s}$

\therefore Number, $N = \frac{10000}{2} = 5000$

Kinematics

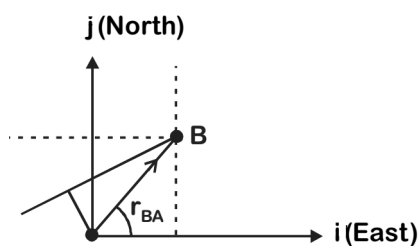
21. Ship A is sailing towards north-east with velocity $\vec{v} = 30\hat{i} + 50\hat{j}$ km/hr where \hat{i} points east and \hat{j} , north. Ship B is at a distance of 80 km east and 150 km north of Ship A and is sailing towards west at 10 km/hr. A will be at minimum distance from B in :

जहाज A वेग $\vec{v} = 30\hat{i} + 50\hat{j}$ km/hr से उत्तर-पूर्व दिशा में जलयात्रा कर रहा है जहाँ \hat{i} पूर्व तथा \hat{j} उत्तर की ओर इंगित हैं। जहाज B, जहाज A से 80 km पूर्व की ओर और 150 km उत्तर की ओर, दूरी पर स्थित है और पश्चिम की ओर 10 km/hr की चाल से जलयात्रा कर रहा है। A से B की दूरी न्यूनतम होगी :

- (1) 2.2 hrs. (2) 4.2 hrs. (3) 3.2 hrs. (4) 2.6 hrs.

A. 4

sol.



$$\vec{v}_A = 30\hat{i} + 50\hat{j} \text{ km/hr}$$

$$\vec{v}_{BA} = (80\hat{i} + 150\hat{j}) \text{ km}$$

$$\vec{v}_B = (-10\hat{i}) \text{ km/hr}$$

$$\vec{v}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A = -10\hat{i} - 30\hat{i} - 50\hat{j} = -40\hat{i} - 50\hat{j}$$

Projection of

$$(\vec{r}_{BA}) \text{ on } \vec{v}_{BA} = \frac{(\vec{r}_{BA}) \cdot (\vec{v}_{BA})}{|\vec{v}_{BA}|}$$

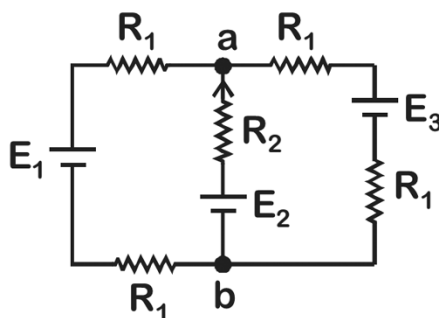
$$\vec{A} \times \vec{B}$$

$$\therefore t = \frac{10 \times 107}{\sqrt{41} \times 10 \sqrt{41}} = \frac{107}{41} = 2.6 \text{ Hrs.}$$

Current Electricity

22. For the circuit shown, with $R_1 = 1.0 \Omega$, $R_2 = 2.0 \Omega$, $E_1 = 2 \text{ V}$ and $E_2 = E_3 = 4 \text{ V}$, the potential difference between the points 'a' and 'b' is approximately (in V)

दिखाये गये परिपथ में, $R_1 = 1.0 \Omega$, $R_2 = 2.0 \Omega$, $E_1 = 2 \text{ V}$ और $E_2 = E_3 = 4 \text{ V}$ हैं। बिन्दुओं 'a' एवं 'b' के बीच विभवान्तर लगभग (V में) हैं :



(1) 2.7

(2) 3.7

(3) 2.3

(4) 3.3

A. 4

sol.
$$V = \frac{E_1 r_2 r_3 + E_2 r_3 r_1 + E_3 r_1 r_2}{r_1 r_2 + r_2 r_3 + r_3 r_1}$$

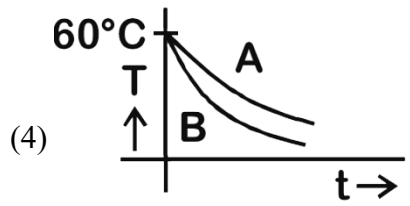
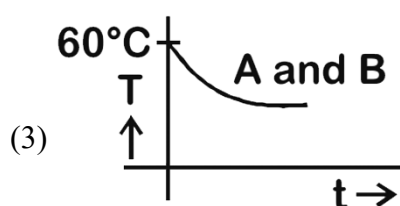
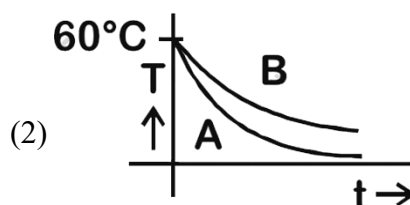
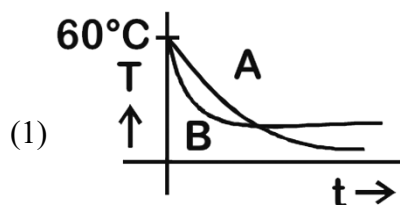
$$= \frac{2(2 \times 2) + 4(2 \times 2) + 4(2 \times 2)}{4 + 4 + 4}$$

$$= \frac{40}{12} = \frac{10}{3} = 3.3 \text{ Volt}$$

Heat Transfer

23. Two identical beakers A and B contain equal volumes of two different liquids at 60°C each and left to cool down. Liquid in A has density of $8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ and specific heat of $2000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ while liquid in B has density of 10^3 kgm^{-3} and specific heat of $4000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$. Which of the following best describes their temperature versus time graph schematically? (assume the emissivity of both the beakers to be the same)

दो एकसमान बीकर A एवं B में दो भिन्न द्रवों के समान आयतन 60°C तापमान पर रखे हैं और ठंडा होने के लिए छोड़ दिए गये हैं। A में द्रव का घनत्व $8 \times 10^2 \text{ kg/m}^3$ है और विशिष्ट ऊष्मा $2000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ जबकि B में द्रव का घनत्व 10^3 kgm^{-3} हैं और विशिष्ट ऊष्मा $4000 \text{ Jkg}^{-1}\text{K}^{-1}$ है। निम्नलिखित में से कौन-सा ग्राफ तापमान का समय के साथ परिवर्तन विधिवत् प्रदर्शित करता है? (दोनों बीकरों की उत्सर्जकता एकसमान मान लें।)



A. 2

sol.
$$mS \left(-\frac{dT}{dt} \right) = e\sigma AT^4$$

$$-\frac{dT}{dt} = \frac{e\sigma \times A \times T^4}{\rho \times \text{Vol.} \times S}$$

$$\left(-\frac{dT}{dt} \right)_A = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times (2) > 1$$

So, A cools down at faster rate.

Electrostatics

24. A solid conducting sphere, having a charge Q , is surrounded by an uncharged conducting hollow spherical shell. Let the potential difference between the surface of the solid sphere and that of the outer surface of the hollow shell be V . If the shell is now given a charge of $-4Q$, the new potential difference between the same two

surfaces is:

आवेश Q वाले एक ठोस चालकीय गोले को एक अनावेशित चालकीय खोखले गोलीय कवच से घेरा गया है। ठोस गोले के पृष्ठ और खोखले कवच के बाह्य पृष्ठ के बीच विभवान्तर V है। यदि कवच को अब एक आवेश $-4Q$ दिया जाता है, तब उन्हीं दोनों पृष्ठों के बीच नया विभवान्तर होगा :

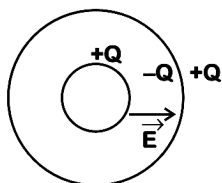
- (1) $-2V$ (2) V (3) $2V$ (4) $4V$

A. 2

sol. In case-1

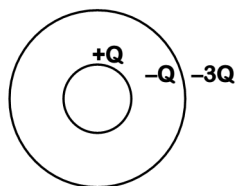
Electric field between spherical surface

$$\vec{E} = \frac{KQ}{r^2}$$



In case-2

Electric field between surfaces remain unchanged.



\therefore Potential difference between them remain unchanged too.

Magnetic Field & Force

25. A circular coil having N turns and radius r carries a current I . It is held in the XZ plane in a magnetic field \vec{B}_1 . The torque on the coil due to the magnetic field is

त्रिज्या r और चक्कर N वाली एक वृत्तीय कुण्डली में धारा I प्रवाहित हो रही है। इसे चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B}_1 में XZ समतल में रखा जाता है। चुम्बकीय क्षेत्र के कारण कुण्डली पर बलआघूर्ण होगा :

- (1) $\frac{B\pi r^2 I}{N}$ (2) $\frac{Br^2 I}{\pi N}$ (3) $B\pi r^2 IN$ (4) शून्य

A. 3

sol. $|\vec{\tau}| = |\vec{m} \times \vec{B}|$

$$\tau = NI \vec{A} \times \vec{B} \quad [A = \pi r^2]$$

$$\Rightarrow \tau = NI\pi r^2 B$$

Geometrical Optics

26. An upright object is placed at a distance of 40 cm in front of a convergent lens of focal length 20 cm. A convergent mirror of focal length 10 cm is placed at a distance of 60 cm on the other side of the lens. The



position and size of the final image will be:

- (1) 20 cm from the convergent mirror, twice the size of the object
- (2) 20 cm from the convergent mirror, same size as the object
- (3) 40 cm from the convergent lens, twice the size of the object
- (4) 40 cm from the convergent mirror, same size as the object

20 cm फोकस लम्बाई वाले एक अभिसारी लेन्स के सामने 40 cm की दूरी पर एक सीधी वस्तु को रखा गया है। लेन्स के दूसरी ओर 60 cm की दूरी पर 10 cm फोकस लम्बाई वाले एक अभिसारी दर्पण को रखा गया है। अन्तिम प्रतिबिम्ब की स्थिति और आकार होगा :

- (1) अभिसारी दर्पण से 20 cm पर, वस्तु के आकार का दोगुना
- (2) अभिसारी दर्पण से 20 cm पर, वस्तु के समान आकार का
- (3) अभिसारी लेन्स से 40 cm पर, वस्तु के आकार का दोगुना
- (4) अभिसारी दर्पण से 40 cm पर, वस्तु के समान आकार का

A. Bonus

sol. $v_1 = \frac{40 \times 20}{(40 - 20)} = 40 \text{ cm}$

$u_2 = 60 - 40 = 20 \text{ cm}$

$\therefore v_2 = \frac{20 \times 10}{(20 - 10)} = 20 \text{ cm}$

\therefore Image traces back to object itself as image formed by lens is a centre of curvature of mirror.

COM, Momentum & Collision

27. If 10^{22} gas molecules each of mass 10^{-26} kg collide with a surface (perpendicular to it) elastically per second over an area 1 m^2 with a speed 10^4 m/s, the pressure exerted by the gas molecules will be of the order of:
यदि प्रत्येक द्रव्यमान 10^{-26} kg के 10^{22} गैस अणु 10^4 m/s की चाल से 1 m^2 क्षेत्रफल पर प्रति सेकण्ड प्रत्यास्थ संघट्ट कर रहे हैं, तब गैस अणुओं द्वारा लगाया गया दाब का कोटिमान होगा :

- (1) 10^8 N/m^2 (2) 10^3 N/m^2 (3) 10^{16} N/m^2 (4) 10^4 N/m^2

A. Bonus

sol.
$$P = \frac{N \times (2mv)}{\Delta t \times A}$$

$$= \frac{10^{22} \times 2 \times 10^{-26} \times 10^4}{1 \times 1} = 2 \text{ N / m}^2$$

Calorimetry

28. A thermally insulated vessel contains 150 g of water at 0°C . Then the air from the vessel is pumped out adiabatically. A fraction of water turns into ice and the rest evaporates at 0°C itself. The mass of evaporated water will be closest to: (Latent heat of vaporization of water = $2.10 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ and Latent heat of Fusion of water = $3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$)

0°C पर 150 g पानी को ऊष्मीय विलग पात्र में रखा गया है। पात्र से वायु को रूद्धोष्म प्रक्रम द्वारा निष्कासित करते हैं। पानी का एक



(पानी के वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा = $2.10 \times 10^6 \text{ J kg}^{-1}$ और पानी के गलत की गुप्त ऊष्मा = $3.36 \times 10^5 \text{ J kg}^{-1}$)

- (1) 130 g (2) 150 g (3) 20 g (4) 35 g

A. 3

sol. Let amount of water evaporated be m gram.

$$\begin{aligned} \therefore m \times L_v &= (150 - m) \times L_s \\ m \times 540 &= (150 - m) \times 80 \\ \Rightarrow m &\approx 20 \text{ g} \end{aligned}$$

Wave Optics

29. In an interference experiment the ratio of amplitudes of coherent waves is $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$. The ratio of maximum and minimum intensities of fringes will be:

किसी व्यतिकरण के प्रयोग में कलाबद्ध स्रोतों के आयामों का अनुपात $\frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{3}$ हैं। फ्रिंजों की अधिकतम और न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात होगा :

- (1) 4 (2) 18 (3) 9 (4) 2

A. 1

sol. $\frac{a_1}{a_2} = \frac{3}{1}$

$$\therefore \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \left(\frac{a_2 + a_1}{a_2 - a_1} \right)^2 = \left(\frac{3+1}{3-1} \right)^2 = 4$$

Elasticity

30. A boy's catapult is made of rubber cord which is 42 cm long, with 6 mm diameter of crosssection and of negligible mass. The boy keeps a stone weighing 0.02 kg on it and stretches the cord by 20 cm by applying a constant force. When released, the stone flies off with a velocity of 20 ms^{-1} . Neglect the change in the area of cross-section of the cord while stretched. The Young's modulus of rubber is closest to:

एक बालक का गुल्ले 42 cm लम्बी और 6 mm अनुप्रस्थ काट के व्यास की रबड़ की डोरी का बना है, जिसका द्रव्यमान नगण्य है। बालक 0.02 kg भार का एक पत्थर इस पर रखता है और डोरी को एक नियत बल से 20 cm द्वारा तानित करता है। जब इसे छोड़ता है, तब पत्थर 20 ms^{-1} के वेग से जाता है। तानित होने पर डोरी के अनुप्रस्थ काट में परिवर्तन नगण्य है। रबड़ का यंग प्रत्यास्थता गुणांक का निकटतम मान है :

- (1) 10^4 Nm^{-2} (2) 10^3 Nm^{-2} (3) 10^8 Nm^{-2} (4) 10^6 Nm^{-2}

A. 4

sol. $\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{YA}{L} \right) (\Delta L)^2 = \frac{1}{2} mv^2$



$$\begin{aligned}\Rightarrow Y &= \frac{mv^2L}{A(\Delta l)^2} \\ &= \frac{0.02 \times 400 \times 0.42 \times 4}{\pi \times 36 \times 10^{-6} \times 0.04} \\ &= 2.3 \times 10^6 \text{ N/m}^2\end{aligned}$$

So, order is 10^6 .