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

Gravitation

1. A test particle is moving in a circular orbit in the gravitational field produced by a mass density $\rho(r)=\frac{K}{r^2}$.
Identify the correct relation between the radius R of the particle's orbit and its period T :
(1) T/R is a constant (2) TR is a constant (3) T/R^2 is a constant (4) T^2/R^3 is a constant

एक परीक्षण कण द्रव्यमान घनत्व $\rho(r)=\frac{K}{r^2}$ से उत्पन्न गुरूत्वीय क्षेत्र में एक वृत्ताकार कक्षा में घूम रहा है। कण के कक्ष की त्रिज्या R तथा इसके आवर्तकाल T के बीच सही सम्बन्ध होगा :
(1) T/R नियत है। (2) TR नियत है। (3) T/R^2 नियत है। (4) T^2/R^3 नियत है।

A. 1

sol. $M_{(in)}=\int_0^R 4\pi r^2 dr.\frac{k}{r^2}$

$M_{(in)}=4\pi KR$

$\therefore\ mG.\frac{4\pi KR}{R^2}=m\frac{V^2}{R} \Rightarrow v=\sqrt{4\pi GK}$

$\therefore\ T=\frac{2\pi R}{v}=\frac{2\pi.R}{\sqrt{4\pi GK}}$

$\therefore\ \frac{T}{R}=\text{constant}$

KTG & Thermodynamics

2. The specific heats, C_P and C_V of a gas of diatomic molecules, A, are given (in units of J mol^{-1} K^{-1}) by 29 and 22, respectively. Another gas of diatomic molecules, B, has the corresponding values 30 and 21. If they are treated as ideal gases, then :
(1) A is rigid but B has a vibrational mode.
(2) A has a vibrational mode but B has none.
(3) Both A and B have a vibrational mode each.
(4) A has one vibrational mode and B has two.

एक द्विपरमाणुक गैस A के अणुओं की विशिष्ट ऊष्मायें (J mol^{-1} K^{-1} की इकाई में) C_P तथा C_V, क्रमशः 29 और 22 हैं। दूसरी द्विपरमाणुक गैस B के अणुओं के लिए संगत मान 30 और 21 हैं। यदि इन्हें आदर्श गैस माना जाये तो :
(1) A दृढ़ है किन्तु B में एक कम्पन विधा है।
(2) A में एक कम्पन विधा है किन्तु B में कोई कम्पन विधा नहीं है।
(3) A तथा B दोनों में एक–एक कम्पन विधायें हैं।
(4) A में एक कम्पन विधा तथा B में दो कम्पन विधायें है।

A. 2

sol. For (A) $C_P = 29$, $C_V = 22$

For (B) $C_P = 30$ $C_V = 21$

$$\therefore \quad \gamma_A = \frac{C_{P_A}}{C_{V_A}} = \frac{29}{22} = 1.31$$

When A has vibrational degree of freedom, then $\gamma_A = 9/7 \simeq 1.29$

$$\gamma_B = \frac{C_{P_B}}{C_{V_B}} = \frac{30}{21} = 1.42$$

$\Rightarrow$ B has no vibrational degree of freedom

Kinematics

3. The position vector of a particle changes with time according to the relation $\vec{r}(t) = 15t^2\hat{i} + (4 - 20t^2)\hat{j}$. What is the magnitude of the acceleration at t = 1 ?

एक कण का स्थिति–सदिश समय के साथ निम्न सूत्र से बदलता है,

$\vec{r}(t) = 15t^2\hat{i} + (4 - 20t^2)\hat{j}$

t = 1 पर कण के त्वरण का परिमाण होगा :

(1) 50 (2) 100 (3) 40 (4) 25

A. 1

sol. $\vec{r} = 15t^2\hat{i} + 4\hat{j} - 20t^2\hat{j}$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = 30t\hat{i} - 40t\hat{j}$$

$$\vec{a} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2} = 30\hat{i} - 40\hat{j}$$

$$\therefore \ a = \left|\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}\right| = \sqrt{30^2 + 40^2} = 50\,m/s^2$$

Dual Nature of Radiation & Matter

4. 50 W/m^2 energy density of sunlight is normally incident on the surface of a solar panel. Some part of incident energy (25%) is reflected from the surface and the rest is absorbed. The force exerted on 1 m^2 surface area will be close to ($c = 3 \times 10^8$ m/s) :

एक सोलर पैनल की सतह पर 50 W/m^2 ऊर्जा घनत्व का सूर्य का प्रकाश अभिलम्बवत् आपतित होता है। आपतित ऊर्जा का कुछ भाग (25%) सतह से परावर्तित हो जाता है तथा बचा हुआ भाग अवशोषित हो जाता है। सतह के 1 m^2 क्षेत्रफल पर लगने वाला बल होगा : ($c = 3 \times 10^8$ m/s) :

(1) 20×10^{-8} N (2) 35×10^{-8} N (3) 15×10^{-8} N (4) 10×10^{-8} N

A. 1

sol. $\because \quad P = \frac{W}{c}$ and pressure = I/c

$\therefore \quad \Delta P = \frac{h}{\lambda} + \frac{h}{4\lambda} \quad \Rightarrow \quad \Delta P = \frac{5h}{4\lambda}$ for one photon

$\therefore \quad \frac{5}{4} . \frac{Nh}{\lambda \Delta t A} = \text{pressure}$

But $\left(\frac{Nhc}{\lambda . \Delta t A} \right) = 50 W / m^2$

$\therefore \quad \frac{5}{4} \times \frac{50}{c} = \text{pressure}$

$\therefore \quad F_n = \frac{5 \times 50 \times 1 m^2}{4 \times c} = 20 \times 10^{-8} N$

Current Electricity

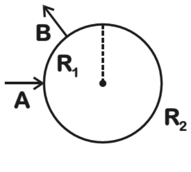
5. A metal wire of resistance 3 Ω is elongated to make a uniform wire of double its previous length. This new wire is now bent and the ends joined to make a circle. If two points on this circle make an angle 60° at the centre, the equivalent resistance between these two points will be :

3 Ω प्रतिरोध वाले एक धातु के तार को खींचकर उसकी पुरानी लम्बाई का दोगुना एक समान तार बनाया गया है। इस नये तार को मोड़कर तथा दोनों सिरें जोड़कर एक वृत्त बनाते हैं। यदि इस वृत्त के दो बिन्दु केन्द्र से 60° का कोण बनाते हैं तो इन दोनों बिन्दुओं के बीच तुल्य प्रतिरोध होगा :

(1) $\frac{5}{3}\Omega$ (2) $\frac{5}{2}\Omega$ (3) $\frac{7}{2}\Omega$ (4) $\frac{12}{5}\Omega$

A. 1

sol.



$R_0 = \rho \frac{L}{A} = 3\Omega$

Now if $L_f = 2L$

Then $A_f = \frac{A}{2}$

$\therefore \quad R_f = \frac{\rho 2L \times 2}{A} = 12\Omega$

$R_1 = \frac{12}{6} = 2\Omega$

$R_2 = 10\ \Omega$

$\therefore \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{2} + \frac{1}{10} = \frac{6}{10}$

$\therefore \quad \frac{1}{R_{eq}} = \frac{5}{3}\Omega$

Rotation

6. A thin smooth rod of length L and mass M is rotating freely with angular speed ω_0 about an axis perpendicular to the rod and passing through its center. Two beads of mass m and negligible size are at the center of the rod initially. The beads are free to slide along the rod. The angular speed of the system, when the beads reach the opposite ends of the rod, will be :

द्रव्यमान M तथा लम्बाई L की एक पतली छड़ कोणीय चाल ω_0 से छड़ के लम्बवत् तथा उसके केन्द्र से जाने वाली अक्ष के परितः स्वतंत्र रूप से घूम रही है। द्रव्यमान m तथा नगण्य आकार की दो मणिकायें आरम्भ में छड़ के केद्र पर हैं। यह मणिकायें छड़ पर चलने को स्वतंत्र हैं। मणिकायें जब छड़ के विपरीत सिरों पर पहुँचती है, तो इस विन्यास की कोणीय चाल होगी :

(1) $\frac{M\omega_0}{M+3m}$ (2) $\frac{M\omega_0}{M+m}$ (3) $\frac{M\omega_0}{M+6m}$ (4) $\frac{M\omega_0}{M+2m}$

A. 3

sol. Initial angular momentum = Final Angular Momentum

$$\frac{ML^2}{12}\omega_0 = \left(\frac{ML^2}{12} + 2\frac{mL^2}{4}\right)\omega$$

$$\Rightarrow \quad \omega = \frac{M\omega_0}{M+6m}$$

Rotation

7. Moment of inertia of a body about a given axis is 1.5 kg m^2. Initially the body is at rest. In order to produce a rotational kinetic energy of 1200 J, the angular acceleration of 20 rad/s^2 must be applied about the axis for a duration of :

एक पिण्ड का दिये गये अक्ष के परितः जड़त्व आघूर्ण 1.5 kg m^2 है। आरम्भ में पिण्ड विरामावस्था में है। 1200 J की घूर्णन गतिज ऊर्जा उत्पन्न करने के लिये, उसी अक्ष के परितः 20 rad/s^2 का कोणीय त्वरण कितने समयान्तराल तक लगाना होगा?

(1) 2.5 s (2) 2 s (3) 5 s (4) 3 s

A. 2

sol. I = 1.5 ; $\alpha = 20$ rad/s^2

$\therefore \quad \omega = \alpha t = 20t$

$$E = \frac{1}{2}I\omega^2 = 1200$$

$$\frac{1}{2}\times 1.5\times(20t)^2 = 1200\,J$$

$$\Rightarrow \quad t = 2\text{ s}$$

8. The resistance of a galvanometer is 50 ohm and the maximum current which can be passed through it is 0.002

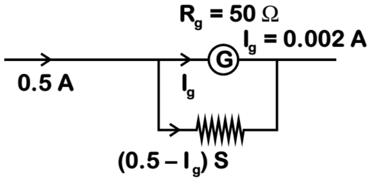
A. What resistance must be connected to it in order to convert it into an ammeter of range 0 – 0.5 A?

एक धारामापी का प्रतिरोध 50 ohm है तथा इससे अधिकतम 0.002 A धारा प्रवाहित हो सकती है। इसको 0 – 0.5 A परास के अमीटर में परिवर्तित करने के लिये इसमें कितना प्रतिरोध जोड़ना चाहिये?

(1) 0.2 ohm (2) 0.002 ohm (3) 0.5 ohm (4) 0.02 ohm

A. 1

sol.



We have

$I_g R_g = (0.5 - I_g)\, S$

$\Rightarrow \quad (0.002)(50) = (0.5 - I_g)\, S$

$\Rightarrow \quad S \simeq \frac{0.002 \times 50}{0.5} = 0.2\Omega$

Atomic Structure

9. A He^+ ion is in its first excited state. Its ionization energy is :

एक He^+ आयन अपनी प्रथम उत्तेजित अवस्था में है। इसकी आयनन ऊर्जा होगी :

(1) 13.60 eV (2) 6.04 eV (3) 48.36 eV (4) 54.40 eV

A. 1

sol. $E_n : \frac{-E_0 z^2}{n^2} = \frac{-E_0 \times 4}{4} = -E_0$

To ionise it E_0 energy must be supplied.

$\therefore \quad E_0 = 13.6$ eV.

Sound Waves

10. Two cars A and B are moving away from each other in opposite directions. Both the cars are moving with a speed of 20 ms^{-1} with respect to the ground. If an observer in car A detects a frequency 2000 Hz of the sound coming from car B, what is the natural frequency of the sound source in car B?

(speed of sound in air = 340 ms^{-1})

दो कार A तथा B एक–दूसरे से दूर विपरीत दिशा में जा रही हैं। दोनों कार पृथ्वी के सापेक्ष 20 ms^{-1} की चाल से चल रही हैं। यदि कार A में बैठा प्रेक्षक, कार B से आने वाली ध्वनि की आवृत्ति 2000 Hz पाता है तो कार B में ध्वनि स्त्रोत की वास्तविक आवृत्ति है :

(ध्वनि की वायु में चाल = 340 ms^{-1})

(1) 2150 Hz (2) 2300 Hz (3) 2060 Hz (4) 2250 Hz

A. 4

sol.

$$f = \frac{(v \pm u_0)}{(v \pm u_s)}.f_0 = \frac{(v-20)}{(v+20)}.f_0$$

$$\Rightarrow \quad 2000 = \frac{320}{360}.f_0$$

$$\Rightarrow \quad \frac{2000 \times 9}{8} = f_0 = 2250\,\text{Hz}$$

Geometrical Optics

11. A convex lens of focal length 20 cm produces images of the same magnification 2 when an object is kept at two distances x_1 and x_2 ($x_1 > x_2$) from the lens. The ratio of x_1 and x_2 is :

20 cm फोसक दूरी के एक उत्तल लेंस से किसी वस्तु के प्रतिबिम्ब का आवर्धन 2 ही होता जब वस्तु को लेंस से दो दूरियों x_1 तथा x_2 ($x_1 > x_2$) पर रखते हैं। x_1 और x_2 का अनुपात है :

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

A. 1

sol. $\therefore \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

$\therefore \quad v = (\pm 2u)$

for v = 2u

$\therefore \quad \frac{1}{2u} + \frac{1}{u} = \frac{1}{20} \Rightarrow \frac{3}{2u} = \frac{1}{20}$

$\therefore \quad u_1 = 30$ cm

for v = –2u

and $\quad \frac{1}{u} - \frac{1}{2u} = \frac{1}{20}$

$\therefore \quad \frac{1}{2u} = \frac{1}{20} \qquad \therefore \; u_2 = 10$

$\therefore \quad \frac{30}{10} = 3.$

Kinematics

12. The position of a particle as a function of time t, is given by $x(t) = at + bt^2 - ct^3$ where a, b and c are constants. When the particle attains zero acceleration, then its velocity will be :

एक कण की स्थिति समय 't' के फलन में निम्न है :

$x(t) = at + bt^2 - ct^3$

जहाँ a, b तथा c नियतांक है। जब कण का त्वरण शून्य है, तब उसका वेग होगा :

(1) $a + \frac{b^2}{4c}$ (2) $a + \frac{b^2}{3c}$ (3) $a + \frac{b^2}{2c}$ (4) $a + \frac{b^2}{c}$

A. 2

sol. $x = at + bt^2 - ct^3$

$v = \dot{x} = a + 2bt - 3ct^2$

$a = \ddot{x} = 2b - 6ct$

For $\ddot{x} = 0 \qquad t = +\frac{b}{3c}$

$\therefore \quad v = \dot{x} = a + 2b\left(\frac{+b}{3c}\right) - 3c\left(\frac{b^2}{3c \times 3c}\right)$

$\Rightarrow \qquad v = -\frac{b^2}{3c} + \frac{2b^2}{3c} + a = a + \frac{b^2}{3c}$

Capacitance

13. The parallel combination of two air filled parallel plate capacitors of capacitance C and nC is connected to a battery of voltage, V. When the capacitors are fully charged, the battery is removed and after that a dielectric material of dielectric constant K is placed between the two plates of the first capacitor. The new potential difference of the combined system is :

वायु से भरे दो समान्तर प्लेट संधारित्रों, जिनकी धारिताएँ C तथा nC हैं, के समान्तर संयोजन को V वोल्टता की बैटरी से जोड़ा गया है। जब संधारित्र पूर्णतया आवेशित हो जाता हैं तो बैटरी को हटा दिया जाता है और तत्पश्चात् पहले संधारित्र की दोनों प्लेटों के बीच परावैद्युतांक K का परावैद्युत पदार्थ रख देते हैं। संयुक्त संयोजन के लिये नया विभवान्तर है :

(1) $\frac{(n+1)V}{(K+n)}$ (2) $\frac{V}{K+n}$ (3) V (4) $\frac{nV}{K+n}$

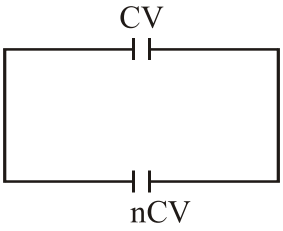
A. 1

sol. Initially

$Q = CV\,(1 + n)$

$\therefore \qquad C_{eq} = (K + n)C$

$\therefore \qquad V' = \frac{CV(1+n)}{(K+n)C} = \frac{V(1+n)}{(K+n)}$



Communication Systems

14. The physical sizes of the transmitter and receiver antenna in a communication system are :

(1) Inversely proportional to modulation frequency

(2) Inversely proportional to carrier frequency

(3) Proportional to carrier frequency

(4) Independent of both carrier and modulation frequency

एक संचार व्यवस्था के लिये प्रेषक तथा अभिग्राही ऐंटीना के भौतिक आकार होंगे :

(1) माडुलन आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाती

(2) वाहक आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाती

(3) वाहक आवृत्ति के समानुपाती

(4) वाहक तथा माडुलन आवृत्ति दोनों पर निर्भर नहीं करता।

A. 2

sol. Size of antenna depends on wavelength of carrier wave.

COM, Momentum & Collision

15. A wedge of mass M = 4m lies on a frictionless plane. A particle of mass m approaches the wedge with speed v. There is no friction between the particle and the plane or between the particle and the wedge. The maximum height climbed by the particle on the wedge is given by :

M = 4m द्रव्यमान का एक वेज (wedge) आकार का गुटका एक घर्षणहीन सतह पर रखा है। m द्रव्यमान का एक कण गुटके की ओर, v चाल से आता है। कण और सतह या कण और गुटके के बीच कोई घर्षण नहीं है। कण के द्वारा गुटके के ऊपर चढ़ी गयी अधिकतम ऊँचाई होगी :

(1) $\frac{v^2}{g}$ (2) $\frac{2v^2}{5g}$ (3) $\frac{2v^2}{7g}$ (4) $\frac{v^2}{2g}$

A. 2

sol. at maximum height they attain same speed

$mv = (4m + m)v'$

$\therefore$ Common speed $v' = \frac{v}{5}$

From energy conservation

$$mgh + \frac{1}{2}5m.\frac{v^2}{25} = \frac{1}{2}mv^2$$

$$\Rightarrow \quad mgh = \frac{1}{2}mv^2\left(1-\frac{1}{5}\right) = \frac{1}{2}mv^2.\frac{4}{5}$$

$$\therefore \quad h = \frac{2mv^2}{5\times mg} = \frac{2v^2}{5g}$$

Fluid Mechanics

16. A wooden block floating in a bucket of water has $\frac{4}{5}$ of its volume submerged. When certain amount of an oil is poured into the bucket, it is found that the block is just under the oil surface with half of its volume under water and half in oil. The density of oil relative to that of water is

बाल्टी में तैरते हुए, एक लकड़ी के गुटके के आयतन का $\frac{4}{5}$ भाग पानी में डूबा हुआ है। जब बाल्टी में कुछ तेल डालते हैं तो पाया जाता है कि गुटका तेल की सतह से ठीक नीचे तथा इसका आधा हिस्सा तेल के अन्दर तथा आधा पानी के अन्दर है। पानी के सापेक्ष तेल का घनत्व होगा :

(1) 0.5 (2) 0.8 (3) 0.7 (4) 0.6

A. 4

sol. $V\sigma g = \frac{4}{5} v\rho_{\omega} g$ (Initial condition) ....(i)

$V\sigma g = \frac{v}{2}\rho_{\omega} g + \frac{v}{2}\rho_0 g$ (Final condition)

$\Rightarrow \left(\frac{\rho_{\omega}}{2} + \frac{\rho_{oil}}{2}\right) = \frac{4}{5}\rho_{\omega}$

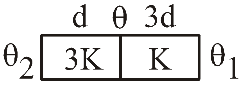
$\Rightarrow \frac{\rho_{oil}}{2} = \rho_{\omega}\left(\frac{4}{5} - \frac{1}{2}\right) = \frac{3}{10}\rho_{\omega}$

$\Rightarrow \rho_{oil} = \frac{3}{5}\rho_{\omega} = 0.6\rho_{\omega}$

Heat Transfer

17. Two materials having coefficients of thermal conductivity '3K' and 'K' and thickness 'd' and '3d', respectively, are joined to form a slab as shown in the figure. The temperatures of the outer surfaces are 'θ_2' and 'θ_1' respectively, ($\theta_2 > \theta_1$). The temperature at the interface is:

दिखाये गये चित्रानुसार '3K' तथा 'K' ऊष्मा चालकता गुणांक एवं, क्रमशः 'd' तथा '3d' मोटाई वाले दो पदार्थों को जोड़कर एक पट्टिका बनायी गयी है । उनके बाहरी सतहों के तापमान क्रमशः 'θ_2' और 'θ_1' हैं ($\theta_2 > \theta_1$) । अंतरपृष्ठ का तापमान है :



(1) $\frac{\theta_1}{6} + \frac{5\theta_2}{6}$ (2) $\frac{\theta_1}{10} + \frac{9\theta_2}{10}$ (3) $\frac{\theta_1}{3} + \frac{2\theta_2}{3}$ (4) $\frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$

A. 2

sol. $H = \frac{3KA}{d}(\theta_2 - \theta) = \frac{KA}{3d}(\theta - \theta_1)$

$\Rightarrow \theta = \frac{9\theta_2}{10} + \frac{\theta_1}{10}$

Errors & Significant Digits

18. The area of a square is 5.29 cm^2. The area of 7 such squares taking into account the significant figures is :

एक वर्ग का क्षेत्रफल 5.29 cm^2 है । ऐसे सात वर्गों का क्षेत्रफल उचित सार्थक अंकों में होगा :

(1) 37.03 cm^2 (2) 37.0 cm^2 (3) 37.030 cm^2 (4) 37 cm^2

A. 2

sol. $5.29 \times 7 = 37.03\ cm^2$

But answer should be in 3 significant digits. So area = 37.0

Geometrical Optics

19. Diameter of the objective lens of a telescope is 250 cm. For light of wavelength 600 nm. coming from a distant

object, the limit of resolution of the telescope is close to :

एक दूरदर्शी के अभिदृश्यक लेन्स का व्यास 250 cm है। एक दूर स्थित वस्तु से आने वाले तरंगदैर्ध्य 600 nm के प्रकाश के लिये दूरदर्शी की विभेदन सीमा होगी, लगभग :

(1) 1.5×10^{-7} rad (2) 3.0×10^{-7} rad (3) 2.0×10^{-7} rad (4) 4.5×10^{-7} rad

A. 2

sol. $\theta = \frac{1.22\lambda}{D}$

$\Rightarrow \quad \theta = \frac{1.22 \times 600 \times 10^{-9}}{250} \times 100 = 2.92 \times 10^{-7}$

$\Rightarrow \quad \theta = 3 \times 10^{-7}$ rad

Dual Nature of Radiation & Matter

20. A particle 'P' is formed due to a completely inelastic collision of particles 'x' and 'y' having de-Broglie wavelengths 'λ_x' and 'λ_y' respectively. If x and y were moving in opposite directions, then the de-Broglie wavelength of 'P' is

दो कण 'x' तथा 'y', जिनकी डी–ब्राग्लि तरंगदैर्ध्य क्रमशः 'λ_x' तथा 'λ_y' हैं, के सम्पूर्ण अप्रत्यास्थ संघट्ट से एक कण 'P' बना है। यदि कण 'x' तथा 'y' विपरीत दिशाओं में गतिशील थे, तो 'P' की डी–ब्राग्लि तरंगदैर्ध्य है :

(1) $\frac{\lambda_x \lambda_y}{|\lambda_x - \lambda_y|}$ (2) $\lambda_x - \lambda_y$ (3) $\lambda_x + \lambda_y$ (4) $\frac{\lambda_x \lambda_y}{\lambda_x + \lambda_y}$

A. 1

sol. $P_1 = \frac{h}{\lambda_x}$ $\qquad P_2 = \frac{h}{\lambda_y}$

$P = P_1 - P_2 = h\left(\frac{1}{\lambda_x} - \frac{1}{\lambda_y}\right)$

$\therefore \quad P = \frac{h}{\lambda}$

$\frac{h}{\lambda} = h\left(\frac{1}{\lambda_x} - \frac{1}{\lambda_y}\right)$

$\frac{1}{\lambda} = \frac{|\lambda_y - \lambda_x|}{\lambda_x \lambda_y}$

$\lambda = \frac{\lambda_x . \lambda_y}{|\lambda_x - \lambda_y|}$

Magnetic Field & Force

21. A moving coil galvanometer has a coil with 175 turns and area 1 cm^2. It uses a torsion band of torsion constant 10^{-6} N-m/rad. The coil is placed in a magnetic field B parallel to its plane. The coil deflects by 1° for a current of 1 mA. The value of B (in Tesla) is approximately

एक चल कुण्डली धारामापी में 175 फेरों वाली तथा 1 cm^2 क्षेत्रफल की एक कुण्डली लगी है। इसमें मरोड़ांक 10^{-6} N-m/rad वाले एक मरोड़ बैण्ड का प्रयोग होता है। इस कुण्डली को एक चुम्बकीय क्षेत्र B में रखते हैं जो कि इसके समतल के समान्तर है। 1 mA धारा के लिये कुण्डली में विक्षेप 1° है। B का मान (टेस्ला में) लगभग है :

(1) 10^{-4} (2) 10^{-2} (3) 10^{-1} (4) 10^{-3}

A. 4

sol. NIAB = Kθ

$$175 \times 1 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-4} \times B = \frac{10^{-6} \times \pi}{180}$$

$$\Rightarrow \quad B = \frac{\pi}{180} \times \frac{10}{175} \approx 9.97 \times 10^{-4}\,T$$

$$\Rightarrow \quad B = 10^{-3}\,T$$

Current Electricity

22. In a conductor, if the number of conduction electrons per unit volume is $8.5 \times 10^{28}\ m^{-3}$ and mean free time is 25 fs (femto second), it's approximate resistivity is ($m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

किसी चालक में यदि चालक इलेक्ट्रॉनों की संख्या प्रति एकांकी आयतन $8.5 \times 10^{28}\ m^{-3}$ है और माध्य मुक्त समय 25 fs (फेम्टो–सेकेण्ड) है तो उसकी करीबी प्रतिरोधकता है : ($m_e = 9.1 \times 10^{-31}$ kg)

(1) $10^{-5}\ \Omega m$ (2) $10^{-6}\ \Omega m$ (3) $10^{-7}\ \Omega m$ (4) $10^{-8}\ \Omega m$

A. 4

sol. $J = \eta e v_d \qquad \because\ v_d = \frac{eE\tau}{m}$

$$\therefore \quad J = \frac{\eta e.eE.\tau}{m} = \sigma\vec{E}$$

$$J = \frac{\eta.e^2\tau}{m}.E = \sigma\vec{E}$$

$$\therefore \quad \rho = \frac{m}{\eta e^2\tau}\ (\rho = 1/\sigma)$$

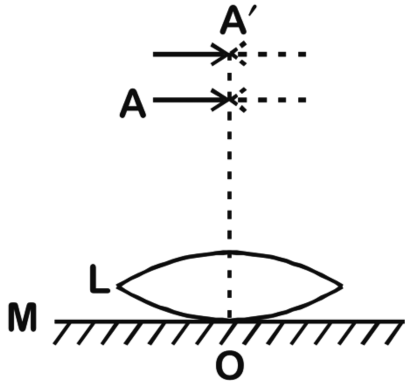
$$= \frac{9.1 \times 10^{-31}}{8.5 \times 10^{28} \times (1.6 \times 10^{-19})^2 \times 25 \times 10^{-15}}\,\Omega m$$

$$= \frac{9.1}{8.5 \times 2.56 \times 25} \times 10^{(-59+53)} = 1.67 \times 10^{-8}\,\Omega m$$

Geometrical Optics

23. A thin convex lens L (refractive index = 1.5) is placed on a plane mirror M. When a pin is placed at A, such that OA = 18 cm, its real inverted image is formed at A itself, as shown in figure. When a liquid of refractive index μ_1 is put between the lens and the mirror, the pin has to be moved to A', such that OA' = 27 cm, to get its inverted real image at A' itself. The value of μ_1 will be :

1.5 अपवर्तनांक के एक पतले उत्तल लेन्स L को, किसी समतल दर्पण M की सतह पर रखते हैं। जब एक पिन को A पर रखते हैं, तब bl d kokLr fod fd U/ qmYVki fr fcEc] fn[kk; sp=kuq kj A पर ही बनता है। दिया है OA = 18 cm। अपवर्तनांक μ_l के एक द्रव को लेन्स तथा दर्पण के बीच डालने पर, पिन के वास्तविक एवं उल्टे प्रतिबिम्ब को A' पर ही पाने के लिए पिन को A' तक इस प्रकार उठाते हैं कि OA' = 27 cm। μ_l का मान होगा :



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

A. 2

sol. $f_L = 18$ cm

$$\frac{1}{18} = 0.5\times\frac{2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = 18 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{f_2} = (\mu_1 - 1)\left(-\frac{1}{18}\right)$$

$$\frac{1}{27} = \frac{1}{18} - \frac{(\mu_1 - 1)}{18} = \frac{1-\mu_1+1}{18}$$

$$\Rightarrow \quad 2 = 3(2-\mu_1) = 6 - 3\mu_1$$

$$\Rightarrow \quad \mu_1 = \frac{4}{3}$$

Electromagnetic Induction

24. Two coils 'P' and 'Q' are separated by some distance. When a current of 3 A flows through coil 'P', a magnetic flux of 10^{-3} Wb passes through Q. No current is passed through 'Q'. When no current passes through 'P' and a current of 2A passes through 'Q', the flux through 'P' is

दो कुण्डलियाँ 'P' तथा 'Q' कुछ दूरी पर रखी हैं। जब कुण्डली 'P' में 3A की धारा प्रवाहित होती है तो कुण्डली 'Q' से 10^{-3} Wb

का चुम्बकीय फ्लक्स गुजरता है। 'Q' में कोई धारा नहीं है। जब 'P' में कोई धारा नहीं है तथा 'Q' से 2A धारा प्रवाहित होती है, तो 'P' से गुजरने वाला फ्लक्स होगा :

(1) 6.67×10^{-3} Wb (2) 6.67×10^{-4} Wb (3) 3.67×10^{-3} Wb (4) 3.67×10^{-4} Wb

A. 2

sol. $\phi_Q = Mi$

$\Rightarrow \quad 10^{-3} = M(3)$

$\phi_P = M(2)$

$\therefore \quad \dfrac{10^{-3}}{3} = \dfrac{\phi_P}{2}$

$\phi_P = \dfrac{20}{3} \times 10^{-4} = 6.67 \times 10^{-4}\,\text{Wb}.$

Calorimetry

25. A massless spring (k = 800 N/m), attached with a mass (500 g) is completely immersed in 1 kg of water. The spring is stretched by 2 cm and released so that it starts vibrating. What would be the order of magnitude of the change in the temperature of water when the vibrations stop completely? (Assume that the water container and spring receive negligible heat and specific heat of mass = 400 J/kg K, specific heat of water = 4184 J/kg K)

500 g द्रव्यमान से जुड़ी एक द्रव्यमान रहित स्प्रिंग (k = 800 N/m) को 1 kg पानी में पूर्णतया डुबाया गया है। स्प्रिंग को 2 cm लम्बाई से खींचकर छोड़ने पर दोलन आरम्भ हो जाते हैं। जब दोलन पूर्णतया रूक जाते हैं तब पानी के तापमान में बदलाव की कोटि होगी : (माना कि पानी के पात्र और स्प्रिंग को मिली ऊष्मा नगण्य है तथा द्रव्यमान की विशिष्ट ऊष्मा = 400 J/kg K, पानी की विशिष्ट ऊष्मा = 4184 J/kg K)

(1) 10^{-5} K (2) 10^{-1} K (3) 10^{-3} K (4) 10^{-4} K

A. 1

sol. $\dfrac{1}{2}k\Delta x^2 = E(\text{dissipated})$

$\therefore \quad \dfrac{1}{2} \times 800 \times \left(\dfrac{2 \times 2}{100 \times 100}\right) = \dfrac{16}{100}\text{J}$

$\dfrac{16}{100} = \dfrac{1}{2} \times 400 \times \Delta T + 1 \times 4184 \times \Delta T$

$\Rightarrow \quad \dfrac{16}{100} = (200 + 4184)\Delta T = 4384\Delta T$

$\therefore \quad \Delta T = \dfrac{16}{4384 \times 100} = 3.6 \times 10^{-5}\text{K}$

COM, Momentum & Collision

26. A particle of mass 'm' is moving with speed '2v' and collides with a mass '2m' moving with speed 'v' in the same direction. After collision, the first mass is stopped completely while the second one splits into two particles each of mass 'm', which move at angle 45° with respect to the original direction. The speed of each of the

moving particle will be

द्रव्यमान 'm' का एक कण चाल '2v' से जाते हुये एक द्रव्यमान '2m' के कण जो इसी दिशा में चाल 'v' से जा रहा है, से संघट्ट करता है। संघट्ट के बाद पहला कण स्थिर अवस्था में आ जाता है तथा दूसरा कण एक ही द्रव्यमान 'm' के दो कणों में विभाजित हो जाता है। ये दोनों कण आरम्भिक दिशा से 45° के कोण पर जाते है :

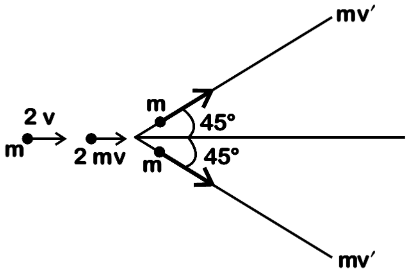
प्रत्येक चलायमान कण की गति का मान होगा :

(1) $\frac{v}{(2\sqrt{2})}$ (2) $\frac{v}{\sqrt{2}}$ (3) $\sqrt{2}v$ (4) $2\sqrt{2}v$

A. 4

sol. Initial momentum $\cdot P_i = 2mv + 2mv = 4\ mv$

Let v' be the speed of l particle



$\therefore \quad 2\frac{mv'}{\sqrt{2}} = 4mv$

$\Rightarrow \quad v' = 2\sqrt{2}\ v$

Waves on a String

27. A string 2.0 m long and fixed at its ends is driven by a 240 Hz vibrator. The string vibrates in its third harmonic mode. The speed of the wave and its fundamental frequency is

दोनों सिरों से बँधी हुई 2.0 m लम्बी एक डोरी 240 Hz के एक कम्पित्र से चालित है। डोरी अपने तीसरे गुणावृत्ती (harmonic) में कंपन करती है। तरंग की चाल और इसकी मूल आवृत्ति हैं :

(1) 320 m/s, 120 Hz (2) 320 m/s, 80 Hz (3) 180 m/s, 80 Hz (4) 180 m/s, 120 Hz

A. 2

sol. $\frac{\lambda}{2} = \frac{2}{3}$

$\Rightarrow \quad \lambda = \frac{4}{3}m$

$\therefore \quad v = \frac{4}{3} \times 240 = 320\ m/s$

3^{rd} harmonic

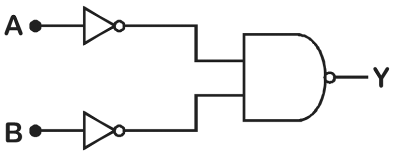
$f_n = nf_0$

$f_0 = \frac{240}{3} = 80\,\text{Hz}$

Semiconductors

28. The logic gate equivalent to the given logic circuit is

दिये गये लॉजिक परिपथ का तुल्य लॉजिक गेट है :



(1) OR (2) NAND (3) AND (4) NOR

A. 1

sol. $y = \overline{\overline{A}.\overline{B}} = A + B$

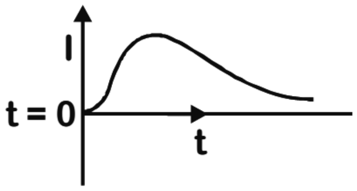
$y = A + B$

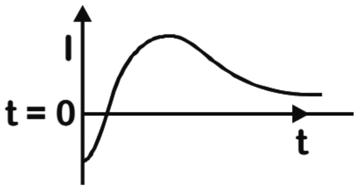
$\Rightarrow$ OR gate

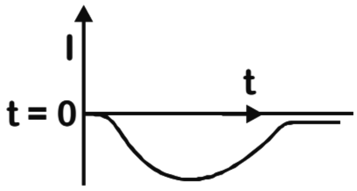
Electromagnetic Induction

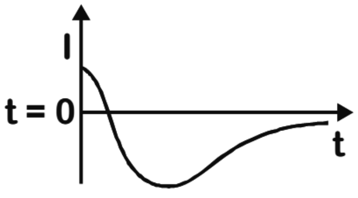
29. A very long solenoid of radius R is carrying current $I(t) = kte^{-\alpha t}$ $(k > 0)$, as a function of time $(t \geq 0)$. Counter clockwise current is taken to be positive. A circular conducting coil of radius 2R is placed in the equatorial plane of the solenoid and concentric with the solenoid. The current induced in the outer coil is correctly depicted, as a function of time, by :

R त्रिज्या की अत्याधिक लम्बी परिनालिका में प्रवाहित धारा $I(t) = kte^{-\alpha t}$ $(k > 0)$ समय के फलन $(t \geq 0)$ के रूप में है। वामावर्त दिशा में धारा को धनात्मक लिया गया है। 2R त्रिज्या वाली एक वृत्ताकार कुण्डली को परिनालिका के समकेन्द्रीय तथा इसके मध्यवर्ती समतल में रखते हैं। बाह्य कुण्डली में प्रेरित धारा को समय के फलन में सही रूप से दर्शाने वाला ग्राफ है :

(1)


(2)


(3)


(4)


A. 2

sol. $i = te^{-\alpha t}.k$

$\therefore \quad \phi = k_1 i = k_1 te^{-\alpha t} + k_1 \alpha te^{-\alpha t}$

$\therefore \quad E = -\left(\frac{d\phi}{dt}\right) = -k_1 e^{-\alpha t} + k_1 \alpha te^{-\alpha t}$

$= -k_1 e^{-\alpha t}(1 - \alpha t)$

$\therefore$ Induced current $I = \frac{E}{r} = -k_1 e^{-\alpha t}(1 - \alpha t)$

Electrostatics

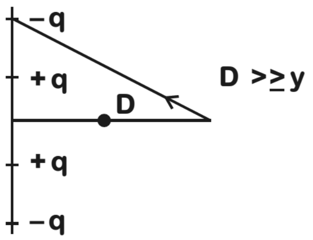
30. Four point charges –q, +q, +q and –q are placed on y-axis at y = –2d, y = –d, y = +d and y =+2d, respectively. The magnitude of the electric field E at a point on the x-axis at x = D, with D >> d, will behave as:

चार बिन्दु आवेशों –q, +q, +q और –q को y-अक्ष पर, क्रमशः y = –2d, y = –d, y = +d तथा y =+2d पर रखा गया है। x-अक्ष पर उपस्थित एक बिन्दु x = D, जहाँ D >> d है, पर विद्युत क्षेत्र के परिमाण E का व्यवहार होगा :

(1) $E \propto \frac{1}{D^3}$ (2) $E \propto \frac{1}{D}$ (3) $E \propto \frac{1}{D^4}$ (4) $E \propto \frac{1}{D^2}$

A. 3

sol. Consider as a dipole



$$\vec{E} = \frac{2qD}{4\pi\varepsilon_0\left(D^2 + 4y^2\right)^{\frac{3}{2}}} - \frac{2qD}{4\pi\varepsilon_0(D^2 + y^2)^{\frac{3}{2}}}(-\text{ve}\,\vec{x})$$

$$|\vec{E}| = \frac{2qD}{4\pi\varepsilon_0 D^3}\left[\frac{1}{\left(1+\left(\frac{2y}{D}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}} - \frac{1}{\left(1+\left(\frac{y}{D}\right)^2\right)^{\frac{3}{2}}}\right]$$

$$\Rightarrow \quad |\vec{E}| = \frac{2q}{4\pi\varepsilon_0 D^2}\left(1 - \frac{3}{2}.\frac{4y^2}{D^2} - 1 + \frac{3}{2}\frac{y^2}{D^2}\right) = \frac{9dy^2}{4\pi\varepsilon_0 D^4}$$