



**JEE
MAIN
FEB.
2021**

**24th Feb. 2021 | Shift - 1
PHYSICS**

JEE | NEET | Foundation

MOTION™

25000+
SELECTIONS SINCE 2007

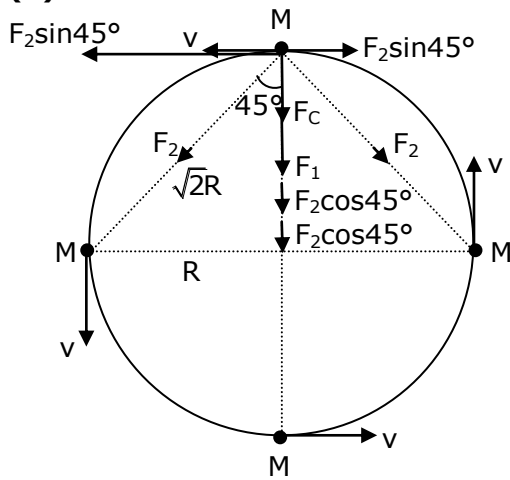
Section - A

1. Four identical particles of equal masses 1 kg made to move along the circumference of a circle of radius 1 m under the action of their own mutual gravitational attraction. The speed of each particle will be -

प्रत्येक 1 kg द्रव्यमान के चार समान कण, इनके स्वयं के परस्पर गुरुत्वाकर्षण के अन्तर्गत 1 m त्रिज्या के एक वृत्त की परिधि के अनुदिश गति करते हैं। प्रत्येक कण की चाल होगी-

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

Sol. (1)



⇒ By resolving force F_2 , we get

$$\Rightarrow F_1 + F_2 \cos 45^\circ + F_2 \cos 45^\circ$$

$$\Rightarrow F_1 + 2F_2 \cos 45^\circ = F_c$$

$$F_c = \text{centripital force} = \frac{MV^2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{GM^2}{(2R)^2} + \left[\frac{2GM^2}{(\sqrt{2}R)^2} \cos 45^\circ \right] = \frac{MV^2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{GM^2}{4R^2} + \frac{2GM^2}{2\sqrt{2}R^2} = \frac{MV^2}{R}$$

$$\Rightarrow \frac{GM}{4R} + \frac{GM}{\sqrt{2}.R} = V^2$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{4R} + \frac{GM}{\sqrt{2}.R}}$$

$$\Rightarrow V = \sqrt{\frac{GM}{R} \left[\frac{1+2\sqrt{2}}{4} \right]}$$

$$\Rightarrow V = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{GM}{R} (1+2\sqrt{2})}$$

(given : mass = 1 kg, radius = 1 m)

$$\Rightarrow v = \frac{1}{2} \sqrt{G(1+2\sqrt{2})}$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

2. Consider two satellites S_1 and S_2 with periods of revolution 1 hr. and 8 hr. respectively revolving around a planet in circular orbits. The ratio of angular velocity of satellite S_1 to the angular velocity of satellite S_2 is -

दो उपग्रह S_1 तथा S_2 वृत्ताकार कक्षाओं में एक ग्रह के चारों ओर परिक्रमण कर रहे हैं। इनका परिक्रमण काल क्रमशः 1 घण्टा तथा 8 घण्टे है। उपग्रह S_1 तथा S_2 के कोणीय वेगों का अनुपात होगा -

- (1) 8 : 1 (2) 1 : 8 (3) 2 : 1 (4) 1 : 4

Sol. (1)

We know that $\omega = \frac{2\pi}{T}$

given : Ratio of time period

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{1}{8}$$

$$\Rightarrow \omega \propto \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\Rightarrow \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{8}{1}$$

$$\Rightarrow \omega_1 : \omega_2 = 8 : 1$$

3. n mole of a perfect gas undergoes a cyclic process ABCA (see figure) consisting of the following processes -

A→B : Isothermal expansion at temperature T so that the volume is doubled from V_1 to $V_2 = 2V_1$ and pressure changes from P_1 to P_2 .

B → C : Isobaric compression at pressure P_2 to initial volume V_1 .

C → A : Isochoric change leading to change of pressure from P_2 to P_1 .

Total workdone in the complete cycle ABCA is -

n मोल की एक गैस एक चक्रीय प्रक्रम ABCA (चित्र में) के अन्तर्गत निम्न प्रक्रम में से गुजरती है।

A→B : T ताप पर समतापीय प्रसार ताकि आयतन V_1 से $V_2 = 2V_1$ दो गुना हो जाए तथा दाब P_1 से P_2 तक परिवर्तित हो जाए।

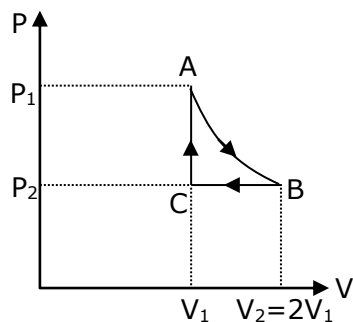
B→C : दाब P_2 पर प्रारम्भिक आयतन V_1 तक समदाबीय संपीडन।

C→A : सम आयतनिक परिवर्तन के कारण दाब P_2 से P_1 परिवर्तित हो जाता है।

पूर्ण चक्र ABCA में कुल किया गया कार्य होगा-

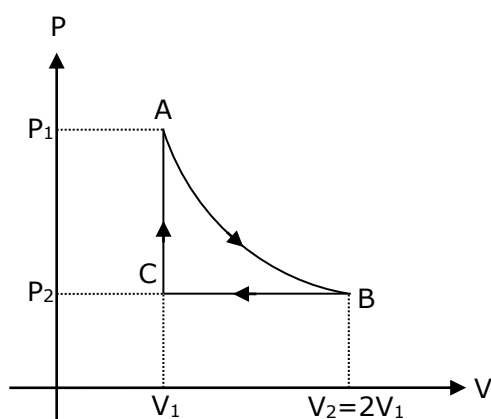
Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in



- (1) 0 (2) $nRT \left(\ln 2 + \frac{1}{2} \right)$ (3) $nRT \ln 2$ (4) $nRT \left(\ln 2 - \frac{1}{2} \right)$

Sol. (4)



A → B = isothermal process

B → C = isobaric process

C → A = isochoric process

also, $V_2 = 2V_1$

work done by gas in the complete cycle ABCA is -

$$\Rightarrow W = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} \quad \dots(1)$$

$\Rightarrow W_{CA} = 0$, as isochoric process

$$\Rightarrow W_{AB} = 2P_1V_1 \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right) = 2nRT \ln(2)$$

$$\Rightarrow W_{BC} = P_2(V_1 - V_2) = P_2(V_1 - 2V_1) = -P_2V_1 = -nRT$$

\Rightarrow Now put the value of W_{AB} , W_{BC} and W_{CA} in equation, we get

$$\Rightarrow w = 2nRT \ln(2) - nRT + 0$$

$$\Rightarrow w = nRT [2 \ln(2) - 1]$$

$$\Rightarrow w = nRT \left[\ln(2) - \frac{1}{2} \right]$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

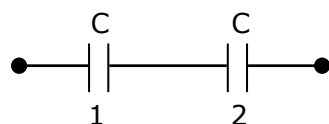
4. Two equal capacitors are first connected in series and then in parallel. The ratio of the equivalent capacities in the two cases will be -

दो समान संधारित्रों को सर्वप्रथम श्रेणीक्रम में तथा फिर समानान्तर क्रम में जोड़ा जाता है। दोनों स्थितिया में तुल्य धारिता का अनुपात होगा—

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

Sol. (2)

Given that first connection



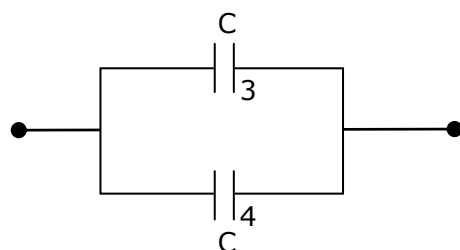
$$\Rightarrow \frac{1}{C_{12}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \Rightarrow C_{12} = \frac{C}{2}$$

Second connection

$$C_{34} = C + C = 2C$$

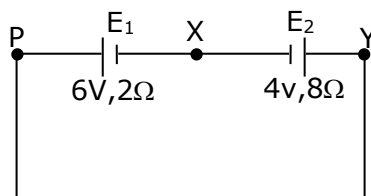
Now, the ratio of equivalent capacities in the two cases will be -

$$\Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{34}} = \frac{C/2}{2C} \Rightarrow \frac{C_{12}}{C_{34}} = \frac{1}{4}$$



5. A cell E_1 of emf 6V and internal resistance 2Ω is connected with another cell E_2 of emf 4V and internal resistance 8Ω (as shown in the figure). The potential difference across points X and Y is -

वि. वा. बल 6V तथा 2Ω आन्तरिक प्रतिरोध का एक सेल E_1 से 4V वि. वा. बल तथा 8Ω आन्तरिक प्रतिरोध (चित्र में दर्शाए अनुसार) के अन्य सेल E_2 के साथ जोड़ा जाता है। बिन्दु X तथा Y के सिरो पर विभवान्तर होगा -

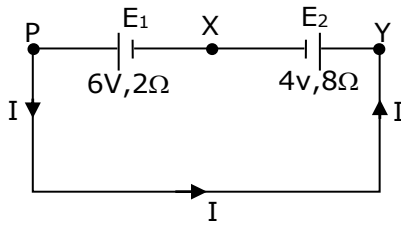


- (1) 3.6V (2) 10.0V (3) 5.6V (4) 2.0V

Sol. (3)

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in



emf of $E_1 = 6\text{v}$

$r_1 = 2\ \Omega$

emf of $E_2 = 4\ \Omega$

$r_2 = 8\ \Omega$

$|v_x - v_y| =$ potential difference across points x and y

$E_{\text{eff}} = 6 - 4 = 2\ \text{V}$

$R_{\text{eq}} = 2 + 8 = 10\ \Omega$

So, current in the circuit will be

$$\Rightarrow I = \frac{E_{\text{eff}}}{R_{\text{eq}}} \Rightarrow I = \frac{2}{10} = 0.2\ \text{A}$$

Now, potential difference across points X and Y is

$|v_x - v_y| = E + iR$

$$\Rightarrow |v_x - v_y| = 4 + 0.2 \times 8 = 5.6\ \text{V}$$

$$\Rightarrow |v_x - v_y| = 5.6\ \text{v}$$

6. If Y, K and η are the values of Young's modulus, bulk modulus and modulus of rigidity of any material respectively. Choose the correct relation for these parameters.

यदि Y, K तथा η किसी प्रदार्थ के क्रमशः यंग गुणांक, आयतन प्रत्यास्थता गुणांक तथा दृढ़ता गुणांक है, तब इन प्राचाल के लिए सही सम्बन्ध चुनिए –

$$(1) K = \frac{Y\eta}{9\eta - 3Y}\ \text{N/m}^2$$

$$(2) \eta = \frac{3YK}{9K + Y}\ \text{N/m}^2$$

$$(3) Y = \frac{9K\eta}{3K - \eta}\ \text{N/m}^2$$

$$(4) Y = \frac{9K\eta}{2\eta + 3K}\ \text{N/m}^2$$

Sol. (1)

$$\Rightarrow y = 3k(1 - 2\sigma)$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{y}{3k} \right) \quad \dots(1)$$

$$\Rightarrow y = 2\eta(1 + \sigma)$$

$$\Rightarrow \sigma = \frac{y}{2\eta} - 1 \quad \dots(2)$$

by comparing equation (1) and (2), we get

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

$$\Rightarrow \frac{y}{2\eta} - 1 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{y}{3k} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{y}{\eta} - 2 = 1 - \frac{y}{3k}$$

$$\Rightarrow \frac{y}{\eta} = 1 + 2 - \frac{y}{3k} \Rightarrow \frac{y}{\eta} = 3 - \frac{y}{3k}$$

$$\Rightarrow \frac{y}{3k} = 3 - \frac{y}{\eta} \Rightarrow \frac{y}{3k} = \frac{3\eta - y}{\eta}$$

$$\Rightarrow k = \frac{\eta y}{9\eta - 3y}$$

7. Two stars of masses m and $2m$ at a distance d rotate about their common centre of mass in free space. The period of revolution is -

एक दूसरे से d दूरी पर स्थित m तथा $2m$ द्रव्यमान के दो तारे मुक्त आकाश में इनके उभयनिष्ठ द्रव्यमान केन्द्र के परितः घूर्णन करते हैं। परिक्रमण काल होगा—

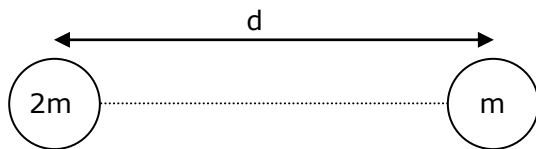
(1) $2\pi \sqrt{\frac{d^3}{3Gm}}$

(2) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}$

(3) $\frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{d^3}{3Gm}}$

(4) $2\pi \sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}$

Sol. (1)



$$\Rightarrow \frac{G(m)(2m)}{d^2} = m\omega^2 \times \frac{2d}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{2Gm}{d^2} = \omega^2 \times \frac{2d}{3}$$

$$\Rightarrow \omega^2 = \frac{3Gm}{d^3}$$

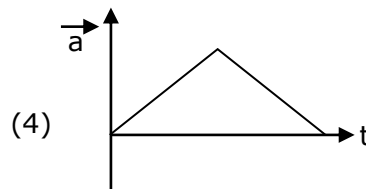
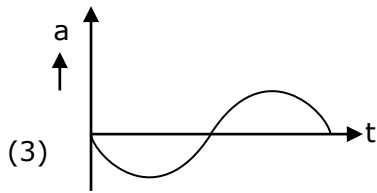
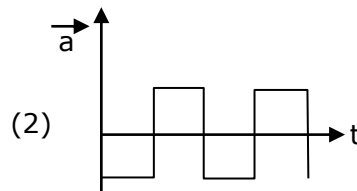
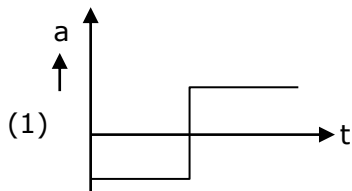
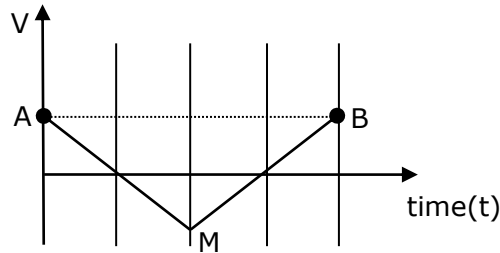
$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}$$

we know that, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ so $T = \frac{2\pi}{\omega}$

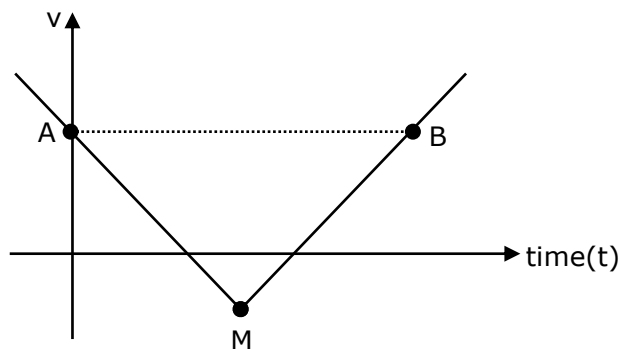
$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{3Gm}{d^3}}} \Rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{d^3}{3Gm}}$$

8. If the velocity-time graph has the shape AMB, what would be the shape of the corresponding acceleration-time graph ?

यदि वेग - समय ग्राफ की आकृति AMB है। त्वरण - समय ग्राफ की आकृति क्या होगी -



Sol. (1)



$$a = \frac{dv}{dt} = \text{slope of } (v - t) \text{ curve}$$

If $m = +ve$, then equation of straight line is

$$y = mx + c \Rightarrow v = mt + c \quad (\text{for MB})$$

If $m = -ve$, then equation of straight line is

$$y = -mx + c \Rightarrow v = -mt + c \quad (\text{for AM})$$

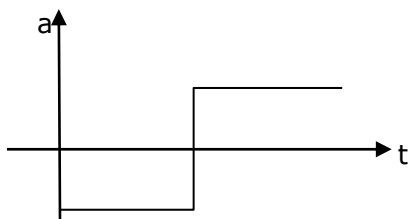
If we differentiate equation (1) and (2), we get

$$a_{MB} = +ve = m$$

$$a_{AM} = -ve = -m, \text{ so graph of } (a-t) \text{ will be}$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in



9. Given below are two statements :

Statement – I: Two photons having equal linear momenta have equal wavelengths.

Statement-II: If the wavelength of photon is decreased, then the momentum and energy of a photon will also decrease.

In the light of the above statements, choose the correct answer from the options given below.

- (1) Statement-I is false but Statement-II is true
- (2) Both Statement-I and Statement-II are true
- (3) Both Statement-I and Statement-II are false
- (4) Statement-I is true but Statement-II is false

नीचे दो कथन दिए गए हैं –

कथन – 1 : समान रेखीय संवेग के दो फोटॉन की समान तरंगदैर्घ्य होती है।

कथन – 2 : यदि फोटॉन की तरंगदैर्घ्य घटा दी जाए तब एक फोटॉन का संवेग तथा ऊर्जा भी घट जाएंगे।

उपरोक्त कथनों के सन्दर्भ में नीचे दिए गए विकल्पों में से सही उत्तर चुनिए।

- (1) कथन I गलत है लेकिन कथन II सत्य है।
- (2) कथन I तथा कथन II दोनों सत्य हैं।
- (3) कथन I तथा कथन II दोनों गलत हैं।
- (4) कथन I सत्य है लेकिन कथन II गलत है।

Sol. (4)

By theory

10. A current through a wire depends on time as $i = \alpha_0 t + \beta t^2$

where $\alpha_0 = 20 \text{ A/s}$ and $\beta = 8 \text{ As}^{-2}$. Find the charge crossed through a section of the wire in 15 s.

एक तार में से गुजर रही धारा, समय पर $i = \alpha_0 t + \beta t^2$ के अनुसार निर्भर करती है, जहाँ $\alpha_0 = 20 \text{ A/s}$ तथा $\beta = 8 \text{ As}^{-2}$ है। 15 सेकण्ड में तार के एक भाग में से गुजरने वाला आवेश ज्ञात कीजिए—

- (1) 2100 C
- (2) 260 C
- (3) 2250 C
- (4) 11250 C

Sol. (4)

given : $i = \alpha_0 t + \beta t^2$

$\alpha = 20 \text{ A/s}$ and $\beta = 8 \text{ As}^{-2}$

$t = 15 \text{ sec}$

we know that, $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow \int_0^t i dt = \int_0^Q dq$

$\Rightarrow \int_0^{15} (\alpha_0 t + \beta t^2) dt = \int_0^Q dq$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

$$\Rightarrow Q = \left[\frac{\alpha_0 t^2}{2} + \frac{\beta t^3}{3} \right]_0^{15}$$

$$\Rightarrow Q = \frac{20 \times 15 \times 15}{2} + \frac{8 \times 15 \times 15 \times 15}{3} - 0$$

$$\Rightarrow Q = 11250 \text{ C}$$

11. match List I with List II

List-I

List-II

- | | |
|----------------|-------------------------------|
| (a) Isothermal | (i) Pressure constant |
| (b) Isochoric | (ii) Temperature constant |
| (c) Adiabatic | (iii) Volume constant |
| (d) Isobaric | (iv) Heat content is constant |

Choose the correct answer from the options given below –

सूची I को सूची II से सुमेलित कीजिए।

सूची -I

सूची -II

- | | |
|---------------|--------------------------------|
| (a) समतापीय | (i) नियत दाब पर |
| (b) सम आयतनीक | (ii) नियत ताप पर |
| (c) रुदोष्पीय | (iii) नियत आयतन पर |
| (d) समदाबीय | (iv) उष्पीय अवयव नियत होते हैं |

नीचे दिए गए विकल्पों से सही उत्तर चुनिए–

- (1)(a) – (ii), (b) – (iv), (c) – (iii), (d) – (i)
(2)(a) – (ii), (b) – (iii), (c) – (iv), (d) – (i)
(3)(a) – (i), (b) – (iii), (c) – (ii), (d) – (iv)
(4) (a) – (iii), (b) – (ii), (c) – (i), (d) – (iv)

Sol. (2)

(a)→(ii), (b)→(iii), (c)→(iv), (d)→(i),

By theory

In isothermal process, temperature is constant.

In isochoric process, volume is constant.

In adiabatic process, heat content is constant.

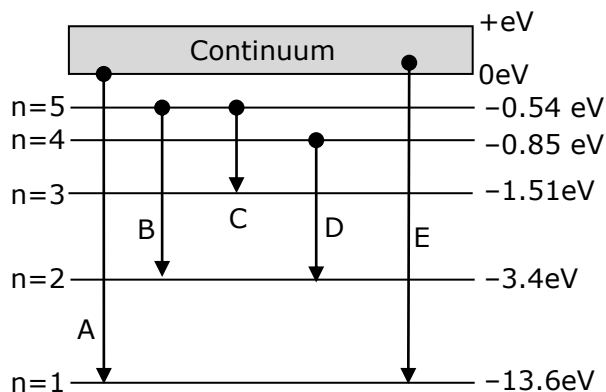
In isobaric process, pressure is constant.

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

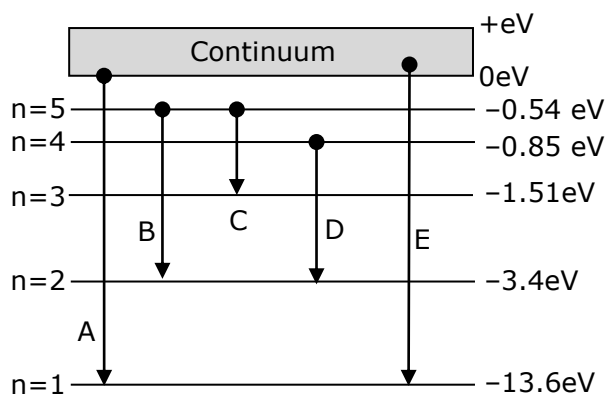
12. In the given figure, the energy levels of hydrogen atom have been shown along with some transitions marked A,B,C,D and E.

The transitions A,B and C respectively represents -



- (1) The series limit of Lyman series, third member of balmer series and second member of paschen series
- (2) The first member of the Lyman series, third member of Balmer series and second member of paschen series
- (3) The ionization potential of hydrogen, second member of Balmer series and third member of Paschen series
- (4) The series limit of Lyman series, second memembr of Balmer series and second member of Paschen series.

दिए गए चित्र में हाइड्रोजन परमाणु के ऊर्जा स्तर अंकित कुछ सक्रमण A,B,C,D तथा E के साथ दर्शाए गए हैं। सक्रमण A,B तथा C क्रमशः प्रदर्शित करते हैं।



- (1) लाइमन श्रेणी की श्रेणी सीमा, बामर श्रेणी की तीसरी पद को तथा पाश्चन श्रेणी की द्वितीय पद से।
- (2) लाइमन श्रेणी की प्रथम सद को बामर श्रेणी की तीसरे पद को तथा पाश्चन श्रेणी के द्वितीय पद से।
- (3) हाइड्रोजन की आयननल विभव बामर श्रेणी के तीसरे पद को तथा पाश्चन श्रेणी के तीसरे पद से।
- (4) लाइमन श्रेणी की श्रेणी सीमा, को बामर श्रेणी के द्वितीय पद को तथा पाश्चन श्रेणी के द्वितीय पद से।

Sol. (1)

A → series limit of Lyman.

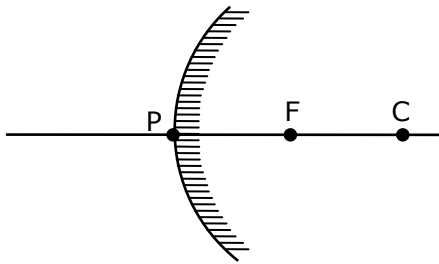
B → 3rd member of Balmer series.

C → 2nd member of Paschen series.

13. The focal length f is related to the radius of curvature r of the spherical convex mirror by -
गोलीय उत्तल दर्पण की वक्रता त्रिज्या r फोकस लम्बाई f से सम्बन्धित होती है।

- (1) $f = r$ (2) $f = -\frac{1}{2}r$ (3) $f = +\frac{1}{2}r$ (4) $f = -r$

Sol. (3)



$$\text{So, } \frac{R}{2} = f$$

$$F = +\frac{1}{2} R$$

14. Moment of inertia (M.I.) of four bodies, having same mass and radius, are reported as -

I_1 = M.I. of thin circular ring about its diameter,

I_2 = M.I. of circular disc about an axis perpendicular to disc and going through the centre,

I_3 = M.I. of solid cylinder about its axis and

I_4 = M.I. of solid sphere about its diameter.

Then :-

समान द्रव्यमान तथा समान त्रिज्या के चार वस्तुओं के जड़त्व आघूर्ण निम्न प्रकार है

I_1 = पतली वृत्ताकार वलय का इसके व्यास के परितः जड़त्व आघूर्ण।

I_2 = वृत्ताकार चकती का चकती के लम्बवतः तथा केन्द्र से गुजरने वाले अक्ष के परितः जड़त्व आघूर्ण।

I_3 = ठोस बेलन का इसके अक्ष के परितः जड़त्व आघूर्ण।

I_4 = ठोस गोले का इसके व्यास के परितः जड़त्व आघूर्ण।

तब :-

(1) $I_1 = I_2 = I_3 < I_4$

(2) $I_1 + I_2 = I_3 + \frac{5}{2} I_4$

(3) $I_1 + I_3 < I_2 + I_4$

(4) $I_1 = I_2 = I_3 > I_4$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

Sol. (4)

Given $\Rightarrow I_1 =$ M.I. of thin circular ring about its diameter

$I_2 =$ M.I. circular disc about an axis perpendicular to disc and going through the centre.

$I_3 =$ M.I. of solid cylinder about its axis

$I_4 =$ M.I. of solid sphere about its diameter

we know that,

$$I_1 = \frac{MR^2}{2}, I_2 = \frac{MR^2}{2}, I_3 = \frac{MR^2}{2}$$

$$I_4 = \frac{2}{5} MR^2$$

So, $I_1 = I_2 = I_3 > I_4$

- 15.** The work done by a gas molecule in an isolated system is given by, $W = \alpha\beta^2 e^{-\frac{x^2}{\alpha kT}}$, where x is the displacement, k is the Boltzmann constant and T is the temperature. α and β are constants. Then the dimensions of β will be -

एक विलगित निकाय में एक गैस अणुओं द्वारा किया गया कार्य $W = \alpha\beta^2 e^{-\frac{x^2}{\alpha kT}}$ द्वारा दिया गया है। जहाँ x विस्थापन, k बोल्ट्मैन स्थिरांक तथा T ताप है। α तथा β नियतांक हैं, β की विमा होगी।

(1) $[M^0L^0T^0]$

(2) $[M^2LT^2]$

(3) $[MLT^{-2}]$

(4) $[ML^2T^{-2}]$

Sol. (3)

given : work = $\alpha.\beta^2.e^{-\frac{x^2}{\alpha.k.T}}$

$k =$ boltzmann constant

$T =$ temperature

$x =$ displacement

we know that, $\frac{x^2}{\alpha.k.T} =$ dimensionless

$$\left[\frac{x^2}{\alpha.k.T} \right] = [M^0L^0T^0]$$

$$[\alpha] = \left[\frac{L^2}{K.T} \right]$$

$$\Rightarrow [K] = [M^1L^2T^{-2}K^{-1}]$$

$$[T] = [K]$$

$$\Rightarrow [\alpha] = \left[\frac{L^2}{M^1L^2T^{-2}K^{-1} \times K} \right] \Rightarrow [\alpha] = [M^{-1}T^2]$$

$$\Rightarrow \omega = \alpha.\beta^2$$

$$\Rightarrow \frac{[M^1L^1T^{-2}][L^{-1}]}{[M^{-1}T^2]} = [\beta^2] = [M^2L^2T^{-4}]$$

$$[\beta] = [MLT^{-2}]$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

16. If an emitter current is changed by 4mA, the collector current changes by 3.5 mA. The value of β will be -

यदि एक उत्सर्जक धारा 4mA द्वारा परिवर्तित कर दी जाए तब संग्राहक धारा 3.5 mA द्वारा परिवर्तित होती है। β का मान होगा।

- (1) 7 (2) 0.875 (3) 0.5 (4) 3.5

Sol. (1)

Given :

$$\Delta I_E = 4 \text{ mA}$$

$$\Delta I_C = 3.5 \text{ mA}$$

we know that, $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$

$$\Rightarrow \alpha = \frac{3.5}{4} = \frac{7}{8}$$

Also, $\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$, so

$$\beta = \frac{\frac{7}{8}}{1 - \frac{7}{8}} = \frac{7}{1}$$

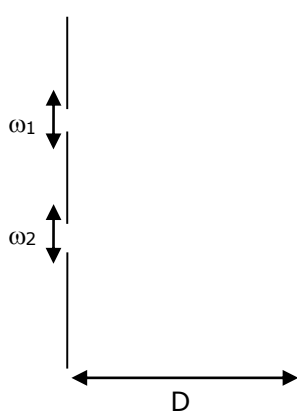
$$\beta = 7$$

17. In a Young's double slit experiment, the width of the one of the slit is three times the other slit. The amplitude of the light coming from a slit is proportional to the slit-width. Find the ratio of the maximum to the minimum intensity in the interference pattern.

एक यंग द्वि स्लिट प्रयोग में एक स्लिट की चौड़ाई अन्य स्लिट की तीन गुना हो तब एक स्लिट से आ रहे प्रकाश का आयाम स्लिट चौड़ाई के समानुपाती है। व्यतिकरण प्रतिरूप में अधिकतम तथा न्यूनतम तीव्रताओं का अनुपात ज्ञात कीजिए।

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

Sol. (1)



given : $\omega_2 = 3\omega_1$

also, $A \propto \omega$

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{1}{3} \quad \dots(1)$$

Assume $\omega_1 = x$, $\omega_2 = 3x$

we know that

$$I_{\max} = (A_1 + A_2)^2, \text{ and}$$

$$I_{\min} = (A_1 - A_2)^2$$

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \quad \dots(2)$$

from equation (2) we can say that

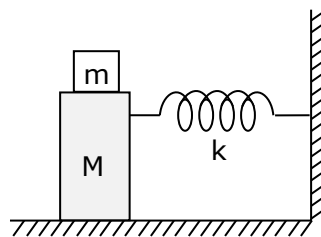
$$A_1 = A \text{ and } A_2 = 3A$$

$$\text{Now, } \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{(A + 3A)^2}{(A - 3A)^2} = \frac{16A^2}{4A^2} = \frac{4}{1}$$

$$\Rightarrow \frac{I_{\max}}{I_{\min}} = \frac{4}{1}$$

- 18.** In the given figure, a mass M is attached to a horizontal spring which is fixed on one side to a rigid support. The spring constant of the spring is k . The mass oscillates on a frictionless surface with time period T and amplitude A . When the mass is in equilibrium position, as shown in the figure, another mass m is gently fixed upon it. The new amplitude of oscillation will be -

दिए गए चित्र में M द्रव्यमान एक क्षैतिज स्प्रिंग से जुड़ा हुआ है, स्प्रिंग एक दृढ़ आधार से दृढ़ता पूर्वक जुड़ी हुई है। स्प्रिंग का स्प्रिंग नियतांक k है। द्रव्यमान एक घर्षणहीन सतह पर T आवर्तकाल तथा A आयाम के साथ दोलन करता है, जब द्रव्यमान चित्र में दर्शाएनुसार साम्यवस्था स्थिति में होता है तब अन्य द्रव्यमान m इसके ऊपर रख दिया जाता है। दोलों का नया आयाम होगा—



(1) $A \sqrt{\frac{M}{M+m}}$

(2) $A \sqrt{\frac{M}{M-m}}$

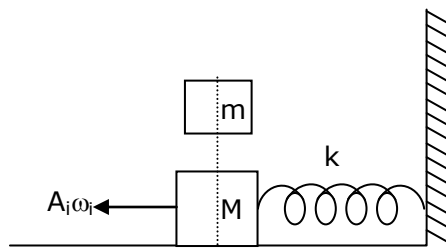
(3) $A \sqrt{\frac{M-m}{M}}$

(4) $A \sqrt{\frac{M+m}{M}}$

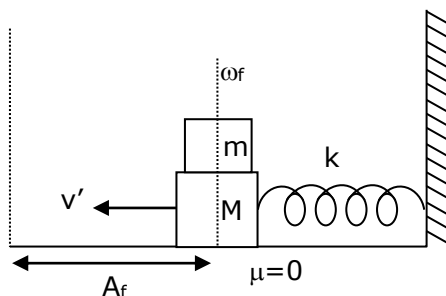
Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

Sol. (1)



Before placing



After placing

We know that $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ and $\omega_i = \sqrt{\frac{k}{M}}$ $A_i = A$

Also, momentum is conserved just before and just after the block of mass (m) is placed because there is no impulsive force. So -

$$MA_i\omega_i = (M + m) v'$$

$$v' = \frac{MA_i\omega_i}{(M + m)} \Rightarrow v' = A_f\omega_f$$

$$\frac{MA\omega_i}{(M + m)} = A_f\sqrt{\frac{K}{(M + m)}}$$

$$\Rightarrow \frac{MA\sqrt{\frac{K}{M}}}{M + m} \times \sqrt{\frac{M + m}{K}} = A_f$$

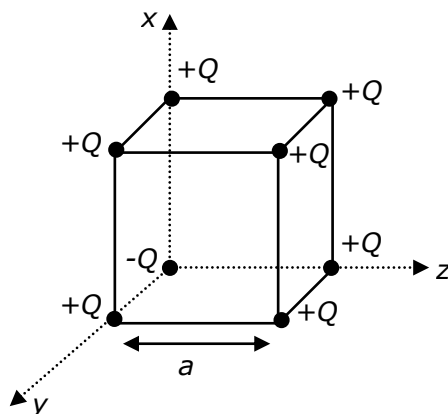
$$\Rightarrow A_f = A \sqrt{\frac{M}{(M + m)}}$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

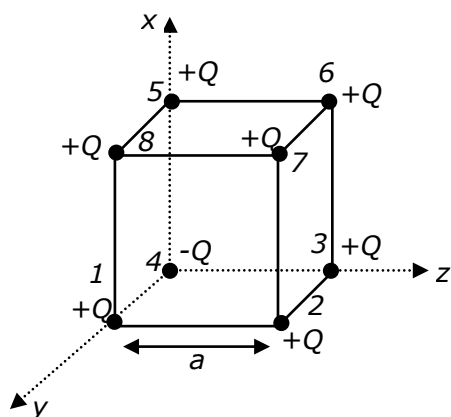
19. A cube of side 'a' has point charges +Q located at each of its vertices except at the origin where the charge is -Q. The electric field at the centre of cube is :

'a' भुजा वाले एक घन के प्रत्येक शीर्ष पर बिन्दु आवेश +Q स्थित है। परन्तु मूल बिन्दु पर -Q आवेश स्थित है घन के केन्द्र पर विद्युत क्षेत्र होगा-



- (1) $\frac{2Q}{3\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a^2} (\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$ (2) $\frac{Q}{3\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a^2} (\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$
 (3) $\frac{-2Q}{3\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a^2} (\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$ (4) $\frac{-Q}{3\sqrt{3}\pi\epsilon_0 a^2} (\hat{x} + \hat{y} + \hat{z})$

Sol. (3)



If only +Q charges are placed at the corners of cube of side a then electric field at the centre of the cube will be zero.

But in the given condition one (-Q) is placed at one corner of cube so here

$E_1 = E_6$, $E_2 = E_5$ and $E_3 = E_8$ (So it will cancel out each other so electric field at centre is due to Q_4 and Q_7).

Here electric field at centre = 2 (E.f.)₄

As, $|E_4| = |E_7|$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

$$(E.F)_C = \frac{2kQ}{\left(\frac{\sqrt{3}a}{2}\right)^2} = \frac{8kQ}{3a^2} \quad \left\{ \because K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \right\}$$

$$(E.F)_C = \frac{2Q}{3a^2\pi\epsilon_0}$$

$$\text{In vector form } \Rightarrow \vec{E} = \frac{-2Q}{3a^2\pi\epsilon_0} \times \left(\frac{\hat{x} + \hat{y} + \hat{z}}{\sqrt{3}} \right)$$

- 20.** Each side of a box made of metal sheet in cubic shape is 'a' at room temperature 'T', the coefficient of linear expansion of the metal sheet is 'α'. The metal sheet is heated uniformly, by a small temperature ΔT, so that its new temperature is T+ΔT. Calculate the increase in the volume of the metal box-

घनीय आकृति में धातु शीट से बने एक बक्से की प्रत्येक भुजा कमरे के ताप T पर 'a' है। धातुशीट का रेखीय प्रसार गुणांक 'α' है। धातु शीट को लघु ताप ΔT द्वारा एक समान रूप से गर्म किया जाता है ताकि इसका नया ताप T+ΔT हो जाए। धातु बक्से के आयतन में हुई वृद्धि ज्ञात कीजिए।

- (1) $\frac{4}{3}\pi a^3\alpha\Delta T$ (2) $4\pi a^3\alpha\Delta T$ (3) $3a^3\alpha\Delta T$ (4) $4a^3\alpha\Delta T$

Sol. (3)

volume expansion $\gamma = 3\alpha$

$$\frac{\Delta V}{V} = \gamma\Delta T$$

$$\Delta V = V.\gamma\Delta T$$

$$\Delta V = a^3. 3\alpha\Delta T$$

SECTION-B

- 1.** A resonance circuit having inductance and resistance 2×10^{-4} H and 6.28Ω respectively oscillates at 10 MHz frequency. The value of quality factor of this resonator is_____.

$$[\pi = 3.14]$$

एक अनुनादी परिपथ में प्रेरकत्व तथा प्रतिरोध क्रमशः 2×10^{-4} H तथा 6.28Ω है। यह 10 MHz आवृत्ति पर दोलित है। इस अनुनादक के विशेषता गुणांक का मान होगा –

Sol. 2000

$$\text{Given : } R = 6.28 \Omega$$

$$f = 10 \text{ MHz}$$

$$L = 2 \times 10^{-4} \text{ Henry}$$

we know that quality factor Q is given by

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

$$\Rightarrow Q = \frac{X_L}{R} = \frac{\omega L}{R}$$

also, $\omega = 2\pi f$, so

$$\Rightarrow Q = \frac{2\pi f L}{R}$$

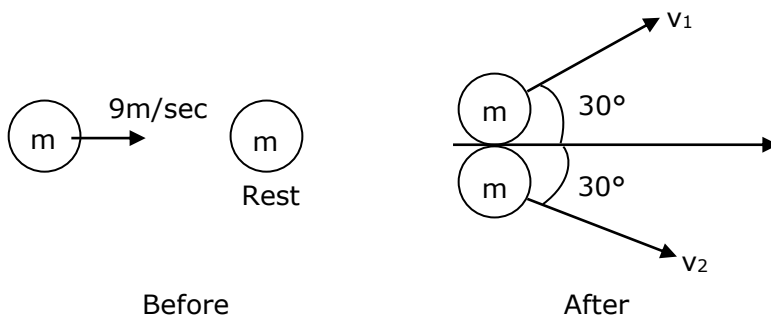
$$\Rightarrow Q = \frac{2\pi \times 10 \times 10^6 \times 2 \times 10^{-4}}{6.28} = 2000$$

$$Q = 2000$$

2. A ball with a speed of 9 m/s collides with another identical ball at rest. After the collision, the direction of each ball makes an angle of 30° with the original direction. The ratio of velocities of the balls after collision is $x : y$, where x is _____.

9 m/s की चाल के साथ एक गेंद विराम पर स्थित अन्य सममित गेंद के साथ टक्कर करती है। टक्कर के पश्चात प्रत्येक गेंद की दिशा मूल दिशा के साथ 30° कोण बनाती है। टक्कर के पश्चात गेंदों के वेगों का अनुपात $x : y$ है जहां x का मान होगा।

Sol. 1



Momentum is conserved just before and just after the collision in both x-y direction.

In y-direction

$$p_i = 0$$

$$P_f = m \times \frac{1}{2} v_1 - m \times \frac{1}{2} v_2$$

$p_i = p_f$, so

$$= \frac{mv_1}{2} - \frac{mv_2}{2} = 0$$

$$\Rightarrow \frac{mv_1}{2} = \frac{mv_2}{2} \Rightarrow v_1 = v_2$$

$$\frac{v_1}{v_2} = 1$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

3. An audio signal $v_m = 20\sin 2\pi(1500t)$ amplitude modulates a carrier $v_c = 80 \sin 2\pi (100,000t)$. The value of percent modulation is _____.

एक श्रव्य संकेत $v_m = 20\sin 2\pi(1500t)$ वाहक संकेत $v_c = 80 \sin 2\pi (100,000t)$ के साथ आयाम मॉडलित होती है। प्रतिशत मॉड्यूलेशन का मान होगा।

Sol. 25

$$\text{Given : } v_m = 20 \sin \left[100\pi t + \frac{\pi}{4} \right]$$

$$v_c = 80 \sin \left[10^4 \pi t + \frac{\pi}{6} \right]$$

$$\text{we know that, modulation index} = \frac{A_m}{A_c}$$

from given equations, $A_m = 20$ and $A_c = 80$

$$\text{percentage modulation index} = \frac{A_m}{A_c} \times 100$$

$$\Rightarrow \frac{20}{80} \times 100 = 25\%$$

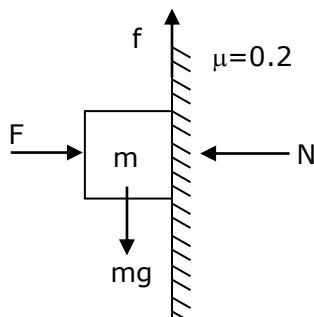
The value of percentage modulation index is
=25

4. The coefficient of static friction between a wooden block of mass 0.5 kg and a vertical rough wall is 0.2. The magnitude of horizontal force that should be applied on the block to keep it adhere to the wall will be _____ N.

$$[g = 10 \text{ ms}^{-2}]$$

0.5 kg द्रव्यमान का एक लकड़ी का गुटका तथा उर्ध्वाधर खुरदरी दीवार के मध्य स्थैतिक घर्षण गुणांक 0.2 है। क्षैतिज बल का परिमाण क्या होगा? जिसे गुटके पर आरोपित करने पर गुटका दीवार से चिपका रहे।

Sol. 25



Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

Given : $\mu_s = 0.2$

$m = 0.5 \text{ kg}$

$g = 10 \text{ m/s}^2$

we know that

$$f_s = \mu N \text{ and } \dots(1)$$

To keep the block adhere to the wall

$$\text{here } N = F \dots(2)$$

$$f_s = mg \dots(3)$$

from equation (1), (2), and (3), we get

$$\Rightarrow mg = \mu F$$

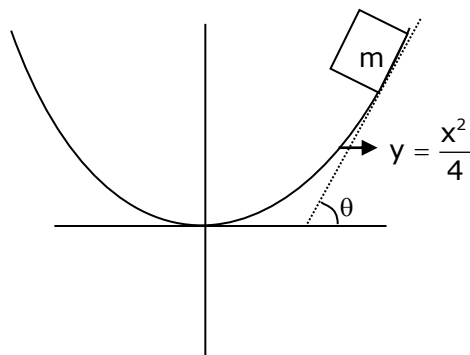
$$\Rightarrow F = \frac{mg}{\mu} \Rightarrow F = \frac{0.5 \times 10}{0.2}$$

$$F = 25 \text{ N}$$

5. An inclined plane is bent in such a way that the vertical cross-section is given by $y = \frac{x^2}{4}$ where y is in vertical and x in horizontal direction. If the upper surface of this curved plane is rough with coefficient of friction $\mu = 0.5$, the maximum height in cm at which a stationary block will not slip downward is _____ cm.

एक आनत तल को इस प्रकार मोड़ा जाता है कि उर्ध्वाधर अनुप्रस्थ काट $y = \frac{x^2}{4}$ द्वारा दिया गया है। जहां y उर्ध्वाधर में है तथा x क्षैतिज दिशा में है। यदि इस वक्रिय तल की उपरी सतह खुरदरी हो तथा घर्षण गुणांक $\mu = 0.5$ है तब वह अधिकतम ऊंचाई, जिस पर एक स्थिर ब्लॉक नीचे की ओर न फिसले, _____ cm होगी—

Sol. 25



given

$$y = \frac{x^2}{4}$$

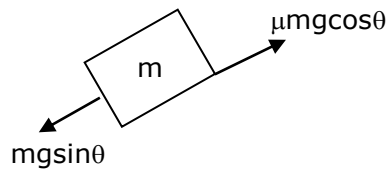
$$\mu = 0.5$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

condition for block will not slip downward

$$mg \sin \theta = \mu mg \cos \theta$$



$$\Rightarrow \tan \theta = \mu$$

and we know that

$$\Rightarrow \tan \theta = \frac{dy}{dx}$$

$$\Rightarrow \frac{dy}{dx} = \mu \Rightarrow \frac{x}{2} = 0.5$$

$$\left[\begin{array}{l} y = \frac{x^2}{4} \\ \frac{dy}{dx} = \frac{x}{2} \end{array} \right]$$

$$\Rightarrow x = 1,$$

put $x = 1$ in equation $y = x^2/4$

$$\Rightarrow y = \frac{(1)^2}{4} \Rightarrow y = \frac{1}{4} \Rightarrow y = 0.25$$

$$y = 25 \text{ cm}$$

6. An electromagnetic wave of frequency 5 GHz, is travelling in a medium whose relative electric permittivity and relative magnetic permeability both are 2. Its velocity in this medium is _____ $\times 10^7$ m/s.

5 GHz आवृत्ति की एक विद्युत चुम्बकीय तरंग एक माध्यम में संचरित है जिसका सापेक्षित विद्युत शीलता तथा सापेक्षिक चुम्बकीय पारगम्यता दोनों 2 है। इस माध्यम में इसका वेग _____ $\times 10^7$ m/s होगा।

Sol. 15

Given : $f = 5 \text{ GHz}$

$$\epsilon_r = 2$$

$$\mu_r = 2$$

$$\text{velocity of wave} \Rightarrow v = \frac{c}{n} \quad \dots(1)$$

where, $n = \sqrt{\mu_r \epsilon_r}$ and $c = \text{speed of light} = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$

$$n = \sqrt{2 \times 2} = 2$$

put the value of n in we get

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

$$\Rightarrow v = \frac{3 \times 10^8}{2} = 15 \times 10^7 \text{ m/s}$$

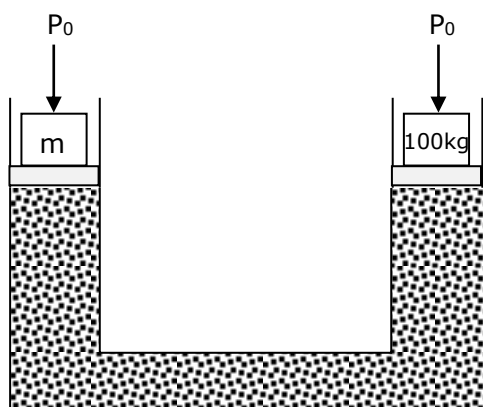
$$\Rightarrow X \times 10^7 = 15 \times 10^7$$

$$X = 15$$

7. A hydraulic press can lift 100 kg when a mass 'm' is placed on the smaller piston. It can lift _____ kg when the diameter of the larger piston is increased by 4 times and that of the smaller piston is decreased by 4 times keeping the same mass 'm' on the smaller piston.

एक हाइड्रोलिक प्रेस 100 kg भार उठा सकती है जब एक द्रव्यमान m को छोटे पिस्टन पर रखा जाता है। यह _____ kg भार उठा सकती है जब बड़े पिस्टन के व्यास को बढ़ाकर 4 गुना कर दिया जाए तथा छोटे पिस्टन पर समान द्रव्यमान 'm' रखने पर छोटे पिस्टन का व्यास 4 गुने से घट जाता है।

Sol. 25600



Atmospheric pressure P_0 will be acting on both the limbs of hydraulic lift.

Applying pascal's law for same liquid level

$$\Rightarrow P_0 + \frac{mg}{A_1} = P_0 + \frac{(100)g}{A_2}$$

$$\Rightarrow \frac{Mg}{A_1} = \frac{(100)g}{A_2} \Rightarrow \frac{m}{100} = \frac{A_1}{A_2} \quad \dots(1)$$

Diameter of piston on side of 100 kg is increased by 4 times so new area = $16A_2$

Diameter of piston on side of (m) kg is decreasing

$$A_1 = \frac{A_1}{16}$$

(In order to increasing weight lifting capacity, diameter of smaller piston must be reduced)

$$\text{Again, } \frac{mg}{\left(\frac{A_1}{16}\right)} = \frac{M'g}{16A_2} \Rightarrow \frac{256m}{M'} = \frac{A_1}{A_2}$$

$$\text{From equation (1)} = \frac{256m}{M'} = \frac{m}{100} \Rightarrow \therefore M' = 25600 \text{ kg}$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

8. A common transistor radio set requires 12 V (D.C.) for its operation. The D.C. source is constructed by using a transformer and a rectifier circuit, which are operated at 220 V (A.C.) on standard domestic A.C. supply. The number of turns of secondary coil are 24, then the number of turns of primary are _____.

एक उभयनिष्ठ ट्रांजिस्टर रेडियो सेट के संचालन के लिए 12 V (D.C.) आवश्यक होता है दिष्ट धारा (D.C.) स्रात को एक ट्रान्सफार्मर तथा एक दिष्टकारी परिपथ का प्रयोग करते हुए बनाया गया है। जो मानक घरेलू A.C. सप्लाई 220 V (A.C.) पर कार्यरत होता है। द्वितीय कुण्डली में फेरो की संख्या 24 है तब प्राथमिक कुण्डली में फेरो की संख्या होगी –

Sol. 440

Given

Primary voltage, $V_p = 220\text{ V}$

Secondary voltage, $v_s = 12\text{ V}$

No. of turns in secondary coil is $N_s = 24$

no. of turns in primary coil, $N_p = ?$

We know that for a transformer

$$\Rightarrow \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_p}{V_s}$$

$$\Rightarrow N_p = \frac{V_p \times N_s}{V_s} = \frac{220 \times 24}{12}$$

$$\Rightarrow N_p = 440$$

9. An unpolarized light beam is incident on the polarizer of a polarization experiment and the intensity of light beam emerging from the analyzer is measured as 100 Lumens. Now, if the analyzer is rotated around the horizontal axis (direction of light) by 30° in clockwise direction, the intensity of emerging light will be _____ Lumens.

एक अध्रुवित प्रकाश पुंज एक ध्रुवण प्रयोग के ध्रुवक पर आपतित होता है तथा विश्लेषक से निर्गत प्रकाश पुंज की तीव्रता 100 ल्युमनस मापी जाती है अब यदि विश्लेषक को क्षेतिज अक्ष (प्रकाश की दिशा) के परितः वामावर्त दिशा में 30° कोण द्वारा घुमाया जाए तब निर्गत प्रकाश की तीव्रताल्युमनस म होगी।

Sol. 75

Given : $I_0 = 100\text{ lumens}$, $\theta = 30^\circ$

$$I_{\text{net}} = I_0 \cos^2\theta$$

$$I_{\text{net}} = 100 \times \left(\frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2 = \frac{100 \times 3}{4}$$

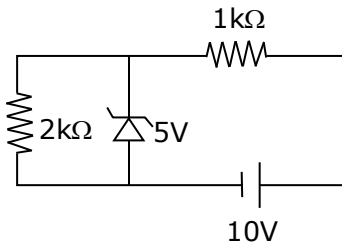
$$I_{\text{net}} = 75\text{ lumens}$$

Toll Free : 1800-212-1799

www.motion.ac.in | Email : info@motion.ac.in

10. In connection with the circuit drawn below, the value of current flowing through $2k\ \Omega$ resistor is _____ $\times 10^{-4}$ A.

नीचे दर्शाए गए परिपथ में $2k\ \Omega$ प्रतिरोधक में से प्रवाहित धारा का मान _____ $\times 10^{-4}$ A. है।



Sol. 25

In zener diode there will be no change in current after 5V zener diode breakdown

$$\Rightarrow i = \frac{5}{2 \times 10^3}$$

$$\Rightarrow i = 2.5 \times 10^{-3} \text{ A}$$

$$\Rightarrow i = 25 \times 10^{-4} \text{ A}$$

रिपिटर्स बैच का सर्वश्रेष्ठ परिणाम
सिर्फ मोशन के साथ

MOTION™

Another opportunity to
strengthen your preparation

UNNATI CRASH COURSE

JEE Main May 2021
at Kota Classroom

- ◆ 40 Classes of each subjects
- ◆ Doubt Clearing sessions by Expert faculties
- ◆ Full Syllabus Tests to improve your question solving skills
- ◆ Thorough learning of concepts with regular classes
- ◆ Get tips & trick along with sample papers

Course Fee : ₹ 20,000



Start your **JEE Advanced 2021**
Preparation with

UTTHAN CRASH COURSE

at Kota Classroom

- ◆ Complete course coverage
- ◆ 55 Classes of each subject
- ◆ 17 Full & 6 Part syllabus tests will strengthen your exam endurance
- ◆ Doubt clearing sessions under the guidance of expert faculties
- ◆ Get tips & trick along with sample papers

Course Fee : ₹ 20,000

