Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

PAPER WITH SOLUTION

7th January 2020 _ SHIFT - 2

PHYSICS

1. An electron (of mass m) and a photon have the same energy E in the range of a few eV. The ratio of the de-Broglie wavelength associated with the electron and the wavelength of the photon is (c = speed of light in vaccuum)

(A) $\frac{1}{c}\left(\frac{2E}{m}\right)^{1/2}$ (B) $c(2mE)^{1/2}$ (C) $\left(\frac{E}{2m}\right)^{1/2}$ (D) $\frac{1}{c}\left(\frac{E}{2m}\right)^{1/2}$

एक इलैक्ट्रॉन (द्रव्यमान m) और एक फोटोन की ऊर्जा E कुछ इलैक्ट्रॉन–वोल्ट है। इलैक्ट्रॉन की डी–ब्रोगली तरंगदैर्घ्य तथा फोटोन के तरंगदैर्घ्य का अनुपात होगाः (c = प्रकाश की निर्वात में गति)

(A) $\frac{1}{c}\left(\frac{2E}{m}\right)^{1/2}$ (B) $c(2mE)^{1/2}$ (C) $\left(\frac{E}{2m}\right)^{1/2}$ (D) $\frac{1}{c}\left(\frac{E}{2m}\right)^{1/2}$

Sol. **D**

λ_d for electron $= \frac{h}{\sqrt{2mE}}$

λ for photon $= \frac{hc}{E}$

Ratio $= \frac{h}{\sqrt{2mE}}\frac{E}{hc} = \frac{1}{c}\sqrt{\frac{E}{2m}}$

2. The activity of a radioactive sample falls from 700 s^{-1} to 500 s^{-1} in 30 minutes. Its half life is close to:

(A) 62 min (B) 66 min (C) 72 min (D) 52 min

रेडियोधर्मी पदार्थ के एक नमूने की सक्रियता 30 मिनटों में $700s^{-1}$ से $500s^{-1}$ तक कम हो जाती है। इस पदार्थ की अर्ध आयु निम्न में से किसके निकट है?

(A) 62 मिनट (B) 66 मिनट (C) 72 मिनट (D) 52 मिनट

Sol. **A**

$$\ln\left[\frac{A_0}{A_t}\right] = \lambda t$$

$\Rightarrow \quad \ln 2 = \lambda\, t_{1/2}$ ...(i)

$\Rightarrow \quad \ln\left[\frac{700}{500}\right] = \lambda(30\,\text{min})$ ...(ii)

(i)/ (ii)

$\Rightarrow \quad \frac{\ln 2}{\ln(7/5)} = \frac{t_{1/2}}{(30\,\text{min})}$

$\Rightarrow \quad (2.06004)\ 30 = t_{1/2} = 61.8$ min

3. Mass per unit area of a circular disc of radius a depends on the distance r from its centre as $\sigma(r) = A + Br$. The moment of inertia of the disc about the axis, perpendicular to the plane and assing through its centre is:

(A) $2\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{aB}{5}\right)$ (B) $\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{aB}{5}\right)$

(C) $2\pi a^4\left(\frac{aA}{4}+\frac{B}{5}\right)$ (D) $2\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{B}{5}\right)$

त्रिज्या a की एक वृत्ताकार डिस्क के प्रति क्षेत्रफल इकाई का द्रव्यमान $\sigma(r)$ इसके केन्द्र से दूरी r पर इस प्रकार निर्भर करता है कि $\sigma(r) = A + Br$। डिस्क के केन्द्र से होकर जाने वाले और डिस्क के लम्बवत् अक्ष के सापेक्ष डिस्क का जड़त्व–आघूर्ण है:

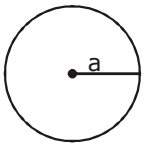
(A) $2\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{aB}{5}\right)$ (B) $\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{aB}{5}\right)$

(C) $2\pi a^4\left(\frac{aA}{4}+\frac{B}{5}\right)$ (D) $2\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{B}{5}\right)$

Sol. **A**

$\sigma = A + Br$

$\int dm = \int (A + Br)2\pi r dr$

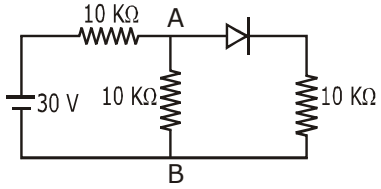


$I = \int dmr^2$

$\int_0^a (A + Br)2\pi r^3 dr$

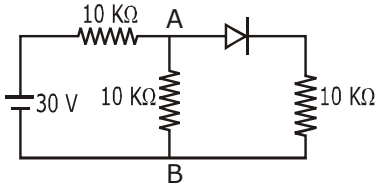
$= 2\pi\left(A\frac{a^4}{4} + B\frac{a^5}{5}\right) = 2\pi a^4\left(\frac{A}{4}+\frac{Ba}{5}\right)$

4. In the figure, potential difference between A and B is :



(A) 10 V (B) 15 V (C) 5 V (D) zero

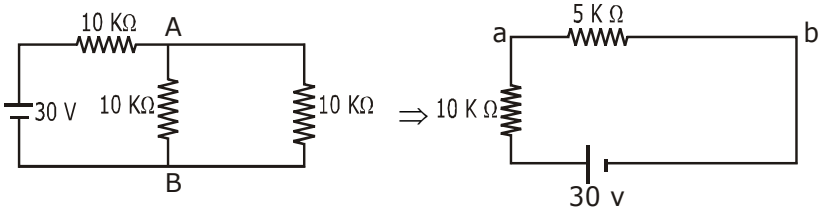
Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY



(A) 10 V (B) 15 V (C) 5 V (D) शून्य

Sol. **A**

Diode is in forward bias, so it will behave as simple wire so,



$$v_{ab} = \frac{30}{5+10} \times 5 = 10 \text{ V}$$

5. A particle of mass m and charge q has an initial velocity $\vec{v} = v_0\hat{j}$. If an electric field $\vec{E} = E_0\hat{i}$ and magnetic field $\vec{B} = \vec{B}_0\hat{i}$ act on the particle, its speed will double after a time:

(A) $\frac{2mv_0}{qE_0}$ (B) $\frac{3mv_0}{qE_0}$ (C) $\frac{\sqrt{2}mv_0}{qE_0}$ (D) $\frac{\sqrt{3}mv_0}{qE_0}$

m द्रव्यमान और q आवेश के एक कण का प्रारंभिक वेग $\vec{v} = v_0\hat{j}$ है। यदि एक विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_0\hat{i}$ तथा चुम्बकीय क्षेत्र $\vec{B} = \vec{B}_0\hat{i}$ कण पर कार्यरत है, तब निम्न समय पश्चात् इसकी चाल दुगुनी होगी –

(A) $\frac{2mv_0}{qE_0}$ (B) $\frac{3mv_0}{qE_0}$ (C) $\frac{\sqrt{2}mv_0}{qE_0}$ (D) $\frac{\sqrt{3}mv_0}{qE_0}$

Sol. **D**

As $\vec{v} = v_0\hat{j}$

(magnitude of velocity does not change in y–z plane)

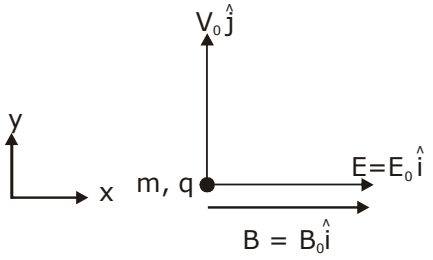
$(2v_0)^2 = v_0^2 + v_x^2$

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

$v_x = \sqrt{3}v_0$

$\sqrt{3}v_0 = 0 + \frac{qE}{m}t$

$t = \frac{mv_0\sqrt{3}}{qE}$



6. An emf of 20 V is applied at time t = 0 to a circuit containing in series 10 mH inductor and 5Ω resistor. The ratio of the currents at time $t = \infty$ and at t = 40 s is close to : (Take $e^2 = 7.389$)

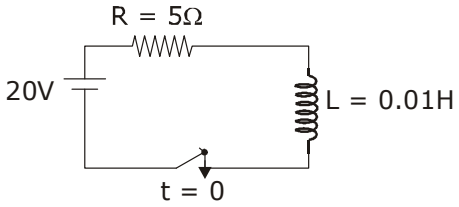
(A) 1.06 (B) 0.84 (C) 1.15 (D) 1.46

एक विद्युत परिपथ में 10 mH का एक प्रेरक और 5 Ω का एक प्रतिरोधक श्रेणी में लगे हुए हैं। इस पर 20 V का एक विद्युत–वाहक बल t=0 समय पर लगाया जाता है। इस स्थिति में $t = \infty$ और t = 40s पर इस परिपथ में बहने वाली विद्युत धाराओं के मान में अनुपात निम्न में से किसके निकट होगा?

(e^2 का मान 7.389 लें)

(A) 1.06 (B) 0.84 (C) 1.15 (D) 1.46

Sol. **A**



$$i = i_0\left(1 - e^{\frac{-t}{L/R}}\right) = \frac{20}{5}\left(1 - e^{\frac{-t}{0.01/5}}\right)$$

$= 4\,(1 - e^{-500t})$

$i_\infty = 4$

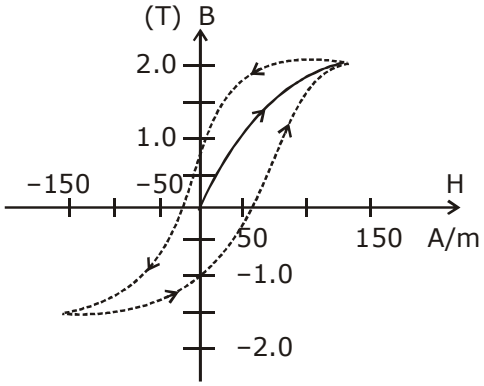
$i_{40} = 4(1-e^{-500 \times 40})$

$$= 4\left(1 - \frac{1}{(e^2)^{10000}}\right) = 4\left(1 - \frac{1}{(7.29)^{10000}}\right)$$

$\frac{i_\infty}{i_{40}} \approx 1$ slightly greater than one

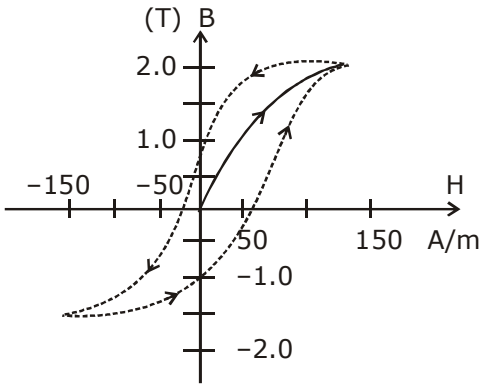
Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

7. The figure gives experimentally measured B vs H variation in a ferromagnetic material. The retentivity, coercivity and saturation, respectively, of the material are :



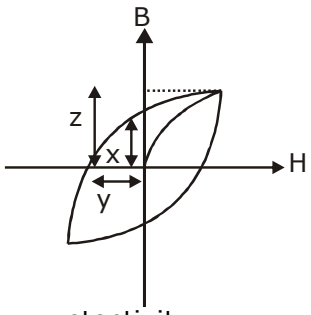
(1) 1.0 T, 50 A/m and 1.5 T
(2) 1.5 T, 50 A/m and 1.0 T
(3) 150 A/m, 1.0 T and 1.5 T
(4) 1.5 T, 50 A/m and 1.0 T

चित्र में एक लौह–चुंबकीय (ferromagnetic) पदार्थ के लिये एक प्रयोग द्वारा नापे गये B vs. H का विचरण दिखाया गया है। इस पदार्थ की धारणशीलता, निग्राहिता व संतप्तता का मान है क्रमशः –



(1) 1.0 T, 50 A/m तथा 1.5 T
(2) 1.5 T, 50 A/m तथा 1.0 T
(3) 150 A/m, 1.0 T तथा 1.5 T
(4) 1.5 T, 50 A/m तथा 1.0 T

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY



x = retentivity
y =coercivity
z =saturation magnetization

8. A planar loop of wire rotates in a uniform magnetic field. Initially at t = 0, the plane of the loop is perpendicular to the magnetic field. If it rotates with a period of 10 s about an axis in its plane then the magnitude of induced emf will be maximum and minimum, respectively at :

(1) 2.5 s and 7.5 s (2) 5.0 s and 10.0 s
(3) 5.0 s and 7.5 s (4) 2.5 s and 5.0 s

एक तार का बना हुआ समतलीय लूप एक एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र में घूम रहा है। समय t = 0 पर लूप का तल चुम्बकीय क्षेत्र के लम्बवत् है। यदि लूप 10 सेकंड के आवर्त काल से अपने तल से होकर जाने वाले एक अक्ष के चारों ओर घूम रहा है तो इसमें प्रेरित विद्युत–वाहक बल का मान निम्न में से किन समयों पर क्रमशः अधिकतम और न्यूनतम होगा?

(1) 2.5 s और 7.5 s (2) 5.0 s और 10.0 s
(3) 5.0 s और 7.5 s (4) 2.5 s और 5.0 s

Sol. **D**

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{5}$$

When $\omega t = \frac{\pi}{2}$

ϕ will be minimum
e will be maximum

$$t = \frac{\frac{\pi}{2}}{\frac{\pi}{5}} = 2.5 \text{ sec}$$

When $\omega t = \pi$
ϕ will have maximum
e will be minimum

$$t = \frac{\pi}{\pi/5} = 5 \text{ sec}$$

9. Two ideal Carnot engines operate in cascade (all heat given up by one engine is used by the other engine to produce work) between temperature, T_1 and T_2. The temperature of the hot reservoir of the first engine is T_1 and the temperature of the cold reservoir of the second engine is T_2. T is temperature of the sink of first engine which is also the source for the second which is also the source for the second engine. How is T related to T_1 and T_2. If both engines perform equal amount of work ?

(A) $T = \frac{2T_1T_2}{T_1 + T_2}$ (B) $T = \sqrt{T_1 T_2}$

(C) $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ (D) T = 0

दो आदर्श कानों इन्जन सोपानी संबंधन (एक इन्जन द्वारा छोड़ी गयी सम्पूर्ण ऊष्मा दूसरे इन्जन द्वारा कार्य करने में प्रयोग की जाती है) में T_1 और T_2 तापमान के दो ऊष्मा भंडारों के बीच लगे हुए हैं। पहले इन्जन के गर्म ऊष्मा भंडार का तापमान T_1 है तथा दूसरे इन्जन के ठण्डे ऊष्मा भंडार का तापमान T_2 है और पहले इन्जन के सिंक का तापमान तथा दूसरे इन्जन के स्त्रोत का तापमान दोनों T हैं। यदि दोनों इन्जन समान कार्य का उत्पादन करते हो तो T, T_1 और T_2 में सम्बन्ध है:

(A) $T = \frac{2T_1T_2}{T_1 + T_2}$ (B) $T = \sqrt{T_1 T_2}$

(C) $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ (D) T = 0

Sol. **C**

Q_H : Heat input to 1st engine
Q_L : Heat rejected from 1st engine
$Q_{L'}$: Heat rejected from 2nd engine
Work done by 1st engine = work done by 2nd engine
$Q_H - Q_L = Q_L - Q_{L'}$
$2Q_L = Q_H + Q_{L'}$

$$2 = \frac{T_1}{T} + \frac{T_2}{T}$$

$$T = \frac{T_1 + T_2}{T}$$

10. Under an adiabatic process, the volume of an ideal gas gets doubled. Consequently the mean collision time between the gas molecule changes from τ_1 to τ_2. If $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$ for this gas then a good estimate for $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ is given by :

(1) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\gamma+1}{2}}$ (2) 2 (3) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma}$ (4) $\frac{1}{2}$

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

एक ऊष्मारोधी प्रक्रिया में एक आदर्श गैंस का आयतन दोगुना हो जाता है। इसके कारण उसके अणुओं में होने वाली टक्करों का औसत समय τ_1 से बदलकर τ_2 हो जाता है। यदि इस गैस के लिये $\frac{C_P}{C_V} = \gamma$ तो $\frac{\tau_2}{\tau_1}$ के लिये एक उत्तम आकलन है :

(1) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{\gamma+1}{2}}$ (2) 2 (3) $\left(\frac{1}{2}\right)^{\gamma}$ (4) $\frac{1}{2}$

Sol. **Bonus**

relaxation time $(\tau) \propto \frac{V}{\sqrt{T}}$

and $T \propto \frac{1}{V^{\gamma-1}}$

$\tau \propto V^{1+\frac{\gamma-1}{2}}$

$\tau \propto V^{\frac{1+\gamma}{2}}$

$\frac{\tau_f}{\tau_i} = \left(\frac{2V}{V}\right)^{\frac{1+\gamma}{2}}$

$\frac{\tau_f}{\tau_i} = (2)^{\frac{1+\gamma}{2}}$ (option not matching)

11. An elevator in a building can carry a maximum of 10 persons, with the average mass of each person being 68 kg, The mass of the elevator itself is 920 kg and it moves with a constant speed of 3 m/s. The frictional force opposing the motion is 6000 N. If the elevator is moving up with its full capacity, the power delivered by the motor to the elevator ($g = 10\ m/s^2$) must be at least :
(1) 48000 W (2) 62360 W (3) 56300 W (4) 66000 W
एक इमारत में लगे हुए एलीवेटर में औसत द्रव्यमान 68 kg के अधिकतम 10 व्यक्ति जा सकते है। खाली एलीवेटर का द्रव्यमान 920 kg है और यह 3 m/s गति से चलता है। एलीवेटर पर लगने वाला धर्षण बल 6000 N है। यदि एलीवेटर अपनी अधिकतम क्षमता तक भरा हुआ ऊपर को उठ रहा हो तो इसको चलाने वाले मोटर द्वारा दी जाने वाली न्यूनतम शक्ति का मान है : ($g = 10\ m/s^2$)
(1) 48000 W (2) 62360 W (3) 56300 W (4) 66000 W

Sol. **D**
Net force on motor will be
$F_m = [920 + 68(10)]g + 6000$
$= 22000$ N
So, required power for motor

$P_m = \vec{F}_m.\vec{v}$
$= 22000 \times 3$
$= 66000$ watt

12. In a building there are 15 bulbs of 45 W, 15 bulbs of 100 W, 15 small fans of 10 W and 2 heaters of 1 kW. The voltage of electric main is 220 V. The minimum fuse capacity (rated value) of the building will be :
(1) 15 A (2) 20 A (3) 25 A (4) 10 A
एक इमारत में 45 W के 15 बल्ब, 100 W के 15 छोटे पंखे और 1 kW के दो हीटर है। इसमें आने वाली विद्युत धारा 220 V पर आती है। इस इमारत में लगने वाले फ्यूज की न्यूनतम रेटिंग होगी :
(1) 15 A (2) 20 A (3) 25 A (4) 10 A

Sol. **B**
Total power is = (15 × 45) + (15 × 100) + (15 × 10) + (2 × 1000)
= 4325 W

So current is = $\frac{4325}{220}$ =19.66 A

Ans. 20 Amp

13. A thin lens made of glass (refractive index = 1.5) of focal length f = 16 cm is immersed in a liquid of refractive index 1.42. If its focal length in liquid is f_1, then the ratio f_1 / f is closest to the integer :
(1) 17 (2) 1 (3) 9 (4) 5
काँच (अपवर्तनांक = 1.5) के बने हुए एक पतले लैंस की फोकस दूरी f = 16 cm है। जब इसे 1.42 अपवर्तनांक के एक द्रव में डाला जाता है तो उस द्रव में इसकी फोकस दूरी f_1 हो जाती है। अनुपात f_1/f निम्न में से किस पूर्णांक के निकटतम है?
(1) 17 (2) 1 (3) 9 (4) 5

Sol. **C**

$$\frac{1}{f_a} = \left(\frac{\mu_g}{\mu_a} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f_m} = \left(\frac{\mu_g}{\mu_m} - 1\right)\left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}\right) \Rightarrow \frac{f_a}{f_m} = \frac{\left(\frac{\mu_g}{\mu_m} - 1\right)}{\left(\frac{\mu_g}{\mu_a} - 1\right)} = \frac{\left(\frac{1.50}{1.42} - 1\right)}{\left(\frac{1.50}{1} - 1\right)} = \frac{0.08}{(1.42)(0.5)}$$

$$\frac{f_m}{f_a} = \frac{(1.42)(0.5)}{0.08} = 8.875 \approx 9$$

14. In a Young's double slit experiment, the separation between the slits is 0.15 mm. in the experiment, a source of light of wavelengh 589 nm is used and the interference pattern is observed on a screen kept 1.5 m away. The separation between the successive bright fringes on the screen is :
(1) 4.9 mm (2) 5.9 mm (3) 6.9 mm (4) 3.9 mm
यंग के द्विझिरी प्रयोग में दो झिरियों के बीच की दूरी 0.15 mm है। यदि इसमें 589 nm तरंगदैर्घ्य का प्रकाश प्रयोग में लाया जाय और बनने वाले व्यतिकरण पैटर्न को 1.5 मीटर दूर रखे एक पर्दे पर देखा जाय तो पर्दे पर दो उत्तरोत्तर फ्रिंजों के बीच की दूरी होगी:
(1) 4.9 mm (2) 5.9 mm (3) 6.9 mm (4) 3.9 mm

Learning Temple
IIT/NEET ACADEMY

$$\beta = \frac{\lambda D}{d} = \frac{589 \times 10^{-9} \times 1.5}{0.15 \times 10^{-3}} = 5.9 \text{ mm}$$

15. A stationary observer receives sound from two identical tuning forks, one of which approaches and the other one recedes with the same speed (much less than the speed of sound). The observer hears 2 beats/sec. The oscillation frequency of each tuning fork is v_0 = 1400 Hz and the velocity of sound in air is 350 m/s. The speed of each tuning fork is close to :

(A) 1 m/s (B) $\frac{1}{8}$ m/s (C) $\frac{1}{4}$ (D) $\frac{1}{2}$ m/s

एक स्थिर प्रेक्षक दो एकसमान स्वरित्र द्विभुजों (tuning forks) से आनेवाली ध्वनि सुन रहा है। इन द्विभुजों में से एक प्रेक्षक की ओर चल रहा है जबकि दूसरा द्विभुज उसी गति (हवा में ध्वनि की गति से बहुत कम) से प्रेक्षक से दूर जा रहा है। यदि द्विभुजों की आवत्ति v_0 = 1400 Hz, हवा में ध्वनि की गति 350 ms^{-1} हो और प्रेक्षक 2 विस्पंदन (beats) प्रति सेकंड सुन रहा हो तो द्विभुजों की गति का मान है:

(A) 1 m/s (B) $\frac{1}{8}$ m/s (C) $\frac{1}{4}$ (D) $\frac{1}{2}$ m/s

Sol. **C**

$$\xrightarrow[s_1]{V} \overset{\Theta}{\text{observer}} \xrightarrow[s_2]{V}$$

$$f_0\left(\frac{C}{C-V}\right) - f_0\left(\frac{C}{C+V}\right) = 2$$

$$V = \frac{1}{4} m/s$$

16. An ideal fluid flows (laminar flow) through a pipe of non-uniform diameter. The maximum and minimum diameters of the pipes are 6.4 cm and 4.8 cm, respectively. The ratio of the minimum and the maximum velocities of fluid in this pipe is :

(1) $\frac{9}{16}$ (2) $\frac{3}{4}$ (3) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (4) $\frac{81}{256}$

एक आदर्श द्रव बदलते हुए व्यास के एक पाइप से स्तरीय प्रवाह में बह रहा है। पाइप का अधिकतम व न्यूनतम व्यास क्रमशः 6.4 cm और 4.8 cm है। तब पाइप में बहने वाले द्रव की न्यूनतम और अधिकतम गति का अनुपात है :

(1) $\frac{9}{16}$ (2) $\frac{3}{4}$ (3) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ (4) $\frac{81}{256}$

Sol. **A**

Using equation of continuity

$A_1V_1 = A_2V_2$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{A_2}{A_1} = \left(\frac{4.8}{6.4}\right)^2 = \frac{9}{16}$$

17. The electric field of a plane electromagnetic wave is given by $\vec{E} = E_0 \frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}} \cos(kz + \omega t)$

At t = 0, a positively charged particle is at the point (x, y, z) = $\left(0, 0, \frac{\pi}{k}\right)$. If its instaneous velocity at (t = 0) is $v_0\hat{k}$, the force acting on it due to the wave is :

(1) parallel to $\hat{k}$ (2) parallel to $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$

(3) antiparallel to $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ (4) zero

एक समतल विद्युत – चुम्बकीय तरंग का विद्युत क्षेत्र $\vec{E} = E_0 \frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}} \cos(kz + \omega t)$ है। समय t = 0 पर एक धनावेशित कण (x, y, z) = $\left(0, 0, \frac{\pi}{k}\right)$ बिन्दु पर है। यदि इस समय (t = 0) पर कण का वेग $v_0\hat{k}$ हो तो तरंग के कारण इस पर लगने वाला बल होगाः

(1) $\hat{k}$ के समान्तर (2) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ के समान्तर

(3) $\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}$ के प्रतिसमान्तर (4) शून्य

Sol. C

Force due to electric field is in direction = $\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)$

because at t = 0, E = $\left(\frac{\hat{i}+\hat{j}}{\sqrt{2}}\right)E_0$

Force due to magnetic field is in direction $q\left(\vec{v} \times \vec{B}\right)$ and $\vec{v} \parallel \vec{k}$

It is parallel to $\vec{E}$

net force is antiparallel to $\frac{\left(\hat{i}+\hat{j}\right)}{\sqrt{2}}$

18. The dimension of $\frac{B^2}{2\mu_0}$, where B is magneticfield and μ_0 is the magnetic permeability of vacuum is :

(1) $M L^{-1} T^{-2}$ (2) $M L T^{-2}$ (3) $M L^2 T^{-2}$ (4) $M L^2 T^{-1}$

$\frac{B^2}{2\mu_0}$, जहाँ B चुम्बकीय क्षेत्र है और μ_0 निर्वात की चुम्बकीय पारगम्यता है, की विमायें है :

(1) $M L^{-1} T^{-2}$ (2) $M L T^{-2}$ (3) $M L^2 T^{-2}$ (4) $M L^2 T^{-1}$

Sol. A

energy density in magnetic field = $\frac{B^2}{2\mu_0}$

$= \frac{\text{Force} \times \text{displacement}}{(\text{displacement})^3} = \frac{MLT^{-2}.L}{L^3} = ML^{-1}T^{-2}$

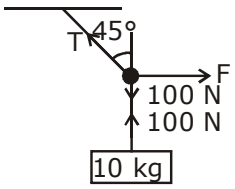
19. A mass of 10 kg is suspended by a rope of length 4 m, from the ceiling. A force F is applied horizontally at the mid point of the rope such that the top half of the rope makes an angle of 45° with the vertical. Then F equal : (Take g = 10 ms^{-2} and the rope to be massless)

(1) 100 N (2) 75 N (3) 90 N (4) 70 N

10 kg द्रव्यमान को 4 m लम्बी एक रस्सी द्वारा छत से लटकाया हुआ है। रस्सी के बीचोबीच क्षैतिज दिशा में एक बल F इस प्रकार लगाया जाता है कि रस्सी का ऊपरी आधा हिस्सा ऊर्ध्व दिशा से 45° का कोण बनाता है। F का मान हैः (रस्सी का द्रव्यमान नगण्य माने तथा g = 10 ms^{-2} लें)

(1) 100 N (2) 75 N (3) 90 N (4) 70 N

Sol. A



$\frac{T}{\sqrt{2}} = 100$ N

$\frac{T}{\sqrt{2}} = F$

F = 100N

20. A box weight 196 N on a spring balance at the north pole. Its weight recorded on the same balance if it is shifted to the equator is close to (Take g = 10 ms^{-2} at the north pole and the radius of the earth = 6400 km) :

(1) 195.32 N (2) 194.32 N

(3) 194.66 N (4) 195.66 N

एक बॉक्स का उत्तरी ध्रुव पर स्प्रिंग तुला पर वजन 196 N है। यदि यह भूमध्य रेखा (equator) पर स्थानान्तरित किया जाता है, तब समान तुला पर दर्ज इसका भार निम्न के निकट है। (उत्तरी ध्रुव पर g = 10 ms^{-2} ले तथा पथ्वी की त्रिज्या = 6400 km है) :

(1) 195.32 N (2) 194.32 N

(3) 194.66 N (4) 195.66 N

Sol. **A**

at pole, weight = mg = 196

m = 19.6 kg

at equator, weight = mg – $m\omega^2R$

$$= 196 - (19.6)\left[\frac{2\pi}{24\times 3600}\right]^2 \times 6400 \times 10^3$$

= 195.33 N

21. The balancing length for a cell is 560 cm in a potentiometer experiment. When an external resistance of 10 Ω is connected in parallel to the cell, the balancing length changes by 60 cm. If the internal resistance of the ceil is $\frac{N}{10}\Omega$, where N is an integer then value of N is .....

एक पोटेन्शियोमीटर में एक सेल 560 cm लम्बाई पर संतुलित होता है। यदि सेल के समान्तर 10 Ω का एक प्रतिरोधक लगा दिया जाय तो संतुलन की लम्बाई 60 cm से बदल जाती है। यदि सेल का आंतरिक प्रतिरोध $\frac{N}{10}\Omega$ हो (यहाँ N एक पूर्णाक है) तो N का मान है .....।

Sol. **12**

Let the emf of cell is ε internal resistance is 'r' and potential gradient is x.

only cell connected :

ε = 560 x ...(i)

After connecting the resistor

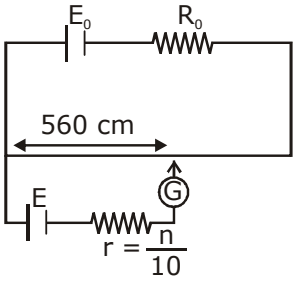
$$\frac{\varepsilon\times 10}{10+r} = 500\ x \qquad ...(ii)$$

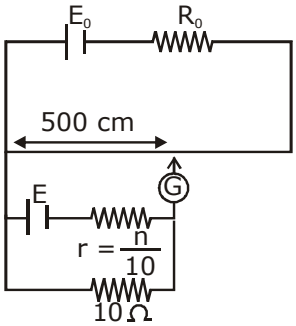
from (1) and (2)

56 = 50 +5r

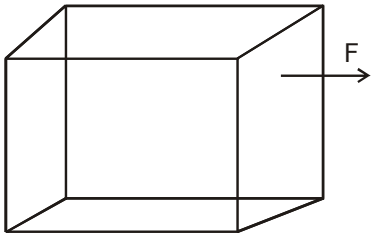
$$r = \frac{6}{5} = 1.2\Omega$$

n = 12

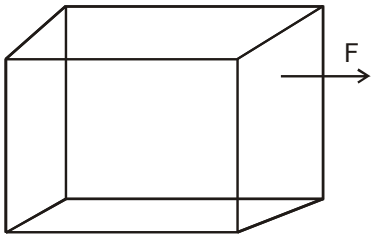




22. Consider a uniform cubical box of side a on a rough floor that is to be moved by applying minimum possible force F at a point b above its centre of mass (see figure). If the coefficient of friction is $\mu = 0.4$, the maximum possible value of $100 \times \frac{b}{a}$ for box not to topple before moving a _____



एक एकसमान घनाकार बक्सा, जिसकी एक भुजा की लम्बाई a है, एक रूक्ष सतह पर रखा हुआ है। इस पर इसके केन्द्र से b ऊँचाई पर न्यूनतम संभव बल F लगाकर इसे खींचना है (चित्र देखें)। यदि घर्षण गुणांक का मान $\mu = 0.4$ हो तो $100 \times \frac{b}{a}$ का अधिकतम संभव मान कितना होगा जिससे खींचते समय खिसकने से पहले बक्सा पलटने न लगे _____।



Sol. **50**

For no toppling

$$F\left(\frac{a}{2}+b\right) \le mg\frac{a}{2}$$

$$\mu\frac{a}{2}+\mu b \le \frac{a}{2}$$

$0.2a + 0.4b \le 0.5a$

$$0.4b \le 0.3a$$

$$b \le \frac{3a}{4}$$

$b \le 0.75a$ (in limiting case)

But it is not possible as b can maximum be equal to 0.5a

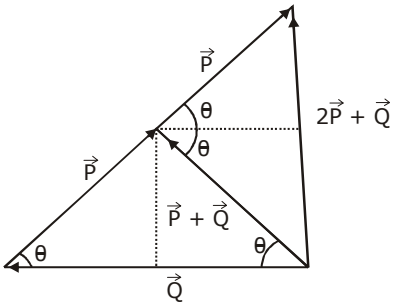
$$\left(100\frac{b}{a}\right)_{max} = 50$$

23. The sum of two forces $\vec{P}$ and $\vec{Q}$ is $\vec{R}$ such that $|\vec{R}|=|\vec{P}|$. The angle θ (in degrees) that the resultant of $2\vec{P}$ and $\vec{Q}$ will make with $\vec{Q}$ is , _____

दो बालों $\vec{P}$ और $\vec{Q}$ को जोड़कर मिलने वाला बल $\vec{R}$ ऐसा है कि $|\vec{R}|=|\vec{P}|$ । यदि $2\vec{P}$ तथा $\vec{Q}$ को जोड़कर मिलने वाला परिणामी बल $\vec{Q}$ से θ कोण (डिग्री में) बनाता हो तो θ का मान होगा _____।

Sol. **90°**

so angle between $\left(2\vec{P}+\vec{Q}\right)$ and $\vec{Q}$ is 90°



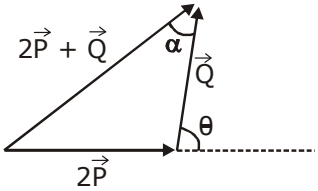
Alternate solution

$$\left|\vec{P}+\vec{Q}\right| = \left|\vec{P}\right|$$

$P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\theta = P^2$

$= Q + 2P\cos\theta = 0$

$$\cos\theta = \frac{-Q}{2P}$$



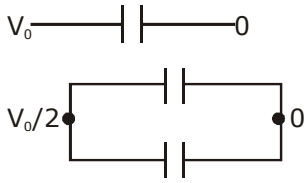
$$\tan\alpha = \frac{2P\sin\theta}{2P\cos\theta+Q} = \infty \quad \because \quad [2P\cos\theta + Q = 0]$$

α = 90°

24. A 60 pF capacitor is fully charged by a 20 V supply. It is then disconnected from the supply and is conneced to another uncharged 60 pF capacitor in parallel. The electrostatic energy that is lost in this process by the time the charge is redistributed between them is (in nJ) _____

60 pF धारिता के एक संधारित्र को 20 V के स्त्रोत से पूरा आवेशित किया जाता है। तत्पश्चात इसे स्त्रोत से हटाकर 60 pF के एक दूसरे अनावेशित संधारित्र से पार्श्व संबंधन (parallel connection) में जोड़ा जाता है। जब आवेश पूरी तरह से दोनों संधारित्रों में वितरित हो जाय तो इस प्रक्रिया में स्थिर वैद्युत ऊर्जा की क्षति nJ में होती है _____।

Sol. **6**



$V_0 = 20$ V

heat loss = $U_i - U_f$

$$= \frac{1}{2}CV_0^2 - 2\left[\frac{1}{2}C\left(\frac{V_0}{2}\right)^2\right] = \frac{CV_0^2}{4}$$

$$= \frac{\left(60\times10^{-12}\right)(20)^2}{4} = 6 \times 10^{-9}\,J = 6\ nJ$$

25. M grams of steam at 100°C is mixed with 200 g of ice at its melting point in a thermally insulated container. If it produced liquid water at 40°C [heat of vaporization of water is 540 cal/g and heat of fusion of ice is 80 cal/g] the value of M is _____

100°C तापमान की M ग्राम वाष्प को 200 ग्राम बर्फ में एक ऊष्मारोधी बर्तन में मिलाया जाता है। वाष्प मिलाने से पहले बर्फ का तापमान अपने गलनांक के बराबर था। यदि यह प्रक्रिया के अन्त में 40°C का जल मिलता हो तो M का मान हैः (जल की वाष्पीकरण ऊष्मा 540 cal/g और बर्फ की संगलन ऊष्मा 80 cal/g है।) _____।

Sol. **40**

$M_{ice} L_f + m_{ice} (40 - 0) C_W = m_{steam} L_v + m_{steam}(100 - 40) C_W$

$\Rightarrow$ 200 [80 + 40(1)] = m[540 + 60(1)]

$\Rightarrow$ 200 (120) = m(600)

m = 40 gm