PHYSICS

10 Jan. 2019 [Session : 9 : 30 AM to 12 : 30 PM]

JEE MAIN PAPER ONLINE

RED COLOUR CONSIDER OFFICIAL ANSWER JEE-MAIN

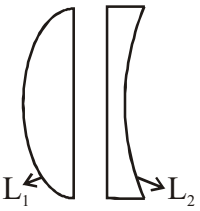
1. A plano convex lens of refractive index μ_1 and focal length f_1 is kept in contact with another plano concave lens of refractive index μ_2 and focal length f_2. If the radius of curvature of their spherical faces is R each and $f_1 = 2f_2$, then μ_1 and μ_2 are related as :

अपवर्तनांक μ_1 तथा फोकस f_1 दूरी के एक समतलोत्तल लेन्स को अपवर्तनांक μ_2 तथा फोकस दूरी f_2 के दुसरे समतल–अवतल लेन्स के सम्पर्क में रखा गया है। यदि प्रत्येक लेन्स के गोलीय फलक की वक्रता त्रिज्या R है तथा $f_1 = 2f_2$ है, तो μ_1 तथा μ_2 में सम्बन्ध होगा:

(1) $2\mu_1 - \mu_2 = 1$ (2) $\mu_1 + \mu_2 = 3$ (3) $2\mu_2 - \mu_1 = 1$ (4) $3\mu_2 - 2\mu_1 = 1$

A. 1

Sol.



$$\frac{1}{f_1} = (\mu_1 - 1)\left(\frac{1}{R}\right)$$

$$\frac{1}{f_2} = (\mu_2 - 1)\left(\frac{-1}{R}\right)$$

f_1 is positive, f_2 is negative

$\therefore |f_1| = 2|f_2|$ or $f_1 = 2(-f_2)$

using above eq.

$2\mu_1 - \mu_2 = 1$

Question ID : 4165299348

Option 1 ID : 41652936852

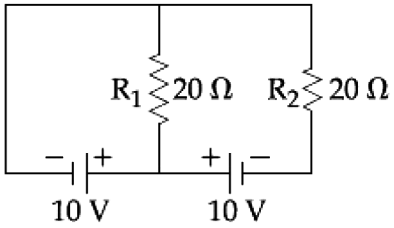
Option 2 ID : 41652936850

Option 3 ID : 41652936851

Option 4 ID : 41652936853

2. In the given circuit the cells have zero internal resistance. The currents (in Amperes) passing through resistance R_1 and R_2 respectively, are :

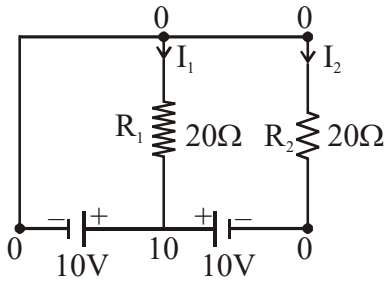
दिये गये परिपथ में सेलों का आंतरिक प्रतिरोध शून्य है। प्रतिरोधों R_1 तथा R_2 में, क्रमशः धारा (Ampere में) के मान होंगे:



(1) 1, 2 (2) 2, 2 (3) 0, 1 (4) 0.5, 0

A. 4

Sol.



$$I_1 = \frac{10-0}{20} = \frac{1}{2}A$$

$$I_2 = \frac{0-0}{20} = 0$$

Question ID : 4165299343

Option 1 ID : 41652936831

Option 2 ID : 41652936832

Option 3 ID : 41652936833

Option 4 ID : 41652936830

3. Using a nuclear counter the count rate of emitted particles from a radioactive source is measured. At t = 0 it was 1600 counts per second and t = 8 seconds it was 100 counts per second. The count rate observed, as counts per second, at t = 6 seconds is close to :

एक नाभिकीय गणित्र (counter) के द्वारा रेडियोधर्मी स्त्रोत से उत्सर्जित कणों की गणना दर को मापते हैं। t = 0 s समय पर गणना 1600 प्रति सेकण्ड तथा t = 8 s पर गणना 100 प्रति सेकण्ड है। प्रति सेकण्ड गणना के रूप में t = 6 s पर प्रेक्षित गणना दर लगभग होगी :

(1) 360 (2) 150 (3) 400 (4) 200

A. 4

Sol. At t = 0, $N_0 = 1600$

At t = t, $N = N_0 e^{-\lambda t}$

for t = 8 sec, N = 100

$$\Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{2}\sec^{-1}$$

for t = 6 sec,

$$N = 1600\ e^{-\frac{\ln 2}{2}\times 6}$$

$$\Rightarrow N = \frac{1600}{8} = 200$$

Question ID : 4165299351

Option 1 ID : 41652936864

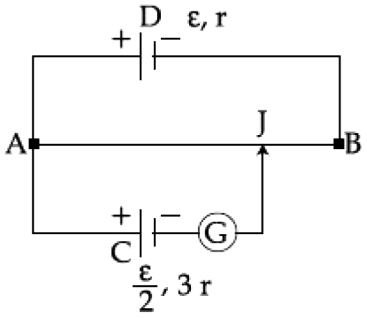
Option 2 ID : 41652936862

Option 3 ID : 41652936865

Option 4 ID : 41652936863

4. A potentiometter wire AB having length L and resistance 12r is joined to a cell D of emf ε and internal resistance r. A cell C having emf ε/2 and internal resistance 3r is connected. The length AJ at which the galvanometer as shown in fig. shows no deflection is :

L लम्बाई तथा प्रतिरोध 12r के एक विभवमापी तार AB को वि.वा.बल ε तथा आन्तरिक प्रतिरोध r की एक सेल D से जोड़ते है। वि.वा.बल ε/2 तथा आन्तरिक प्रतिरोध 3r वाली एक सेल C को दिखाये गये चित्रानुसार जोड़ते हैं। वह लम्बाई AJ, जिसके लिये गैल्वेनोमापी में कोई विक्षेप नहीं होता है, होगी:



(1) $\frac{11}{24}L$ (2) $\frac{11}{12}L$ (3) $\frac{13}{24}L$ (4) $\frac{5}{12}L$

A. 3

Sol. Current flowing in potentiometer at time of zero deflection $= \frac{\varepsilon}{r+12r} = \frac{\varepsilon}{13r}$

Per unit length resistance of potentiometer wire $= \frac{12r}{L}$

$\therefore$ at zero deflection

$$\varepsilon - \frac{\varepsilon}{13r}.AJ\left(\frac{12r}{L}\right) = \frac{\varepsilon}{2} \Rightarrow AJ = \frac{13L}{24}$$

Question ID : 4165299354

Option 1 ID : 41652936876

Option 2 ID : 41652936877

Option 3 ID : 41652936874

Option 4 ID : 41652936875

5. A charge Q is distributed over three concentric spherical shells of radii a, b, c ($a < b < c$) such that their surface charge densities are equal to one another. The total potential at a point at distance r from their common centre, where $r < a$, would be :

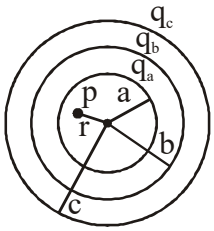
आवेश Q को तीन समकेन्द्रीय तथा त्रिज्या a, b, c ($a < b < c$) के गोलाकार कोशों पर इस तरह वितरित किया है कि तीनों पर क्षेत्रीय आवेश घनत्व बराबर है। कोशों के केन्द्र से दूरी r ($r < a$) पर स्थित एक बिन्दु पर कुल विभव का मान होगा :

(1) $\frac{Q(a+b+c)}{4\pi\varepsilon_0(a^2+b^2+c^2)}$ (2) $\frac{Q(a^2+b^2+c^2)}{4\pi\varepsilon_0(a^3+b^3+c^3)}$

(3) $\frac{Q}{4\pi\varepsilon_0(a+b+c)}$ (4) $\frac{Q}{12\pi\varepsilon_0}\frac{ab+bc+ca}{abc}$

A. 1

Sol.



$q_a + q_b + q_c = Q$ .....(i)

$$\frac{q_a}{4\pi a^2} = \frac{q_b}{4\pi b^2} = \frac{q_c}{4\pi c^2}$$

$$\Rightarrow \frac{q_a}{a^2} = \frac{q_b}{b^2} = \frac{q_c}{c^2} = Q' \quad ....(ii)$$

by eq. (i) & (ii) $= Q' = \dfrac{Q}{a^2+b^2+c^2}$ $\left\{\dfrac{a^2}{a^2}q_a + \dfrac{b^2}{b^2}q_b + \dfrac{c^2}{c^2}q_c = Q\right\}$

$$V_P = \frac{kq_a}{a} + \frac{kq_b}{b} + \frac{kq_c}{c}$$

$$\Rightarrow V_P = k\left(\frac{aq_a}{a^2} + \frac{bq_b}{b^2} + \frac{cq_c}{c^2}\right) = kQ'(a+b+c)$$

$$\Rightarrow V_P = \frac{Q(a+b+c)}{4\pi\varepsilon_0\left(a^2+b^2+c^2\right)}$$

Question ID : 4165299341

Option 1 ID : 41652936823

Option 2 ID : 41652936825

Option 3 ID : 41652936824

Option 4 ID : 41652936822

6. A magnet of total magnetic moment $10^{-2}\hat{i}A-m^2$ is placed in a time varying magnetic field, $B\hat{i}(\cos\omega t)$ where B = 1 Tesla and $\omega = 0.125$ rad/s. The work done for reversing the direction of the magnetic moment at t = 1 second, is :

$10^{-2}\hat{i}A-m^2$ चुम्बकीय आघूर्ण वाले एक चुम्बक को समय के साथ $B\hat{i}(\cos\omega t)$ के अनुसार बदलते हुये एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखते हैं। यहाँ B = 1 Tesla तथा $\omega = 0.125$ rad/s हैं। t = 1 s पर चुम्बकीय आघूर्ण की दिशा को विपरीत करने में किया गया कार्य होगा :

(1) 0.01J (2) 0.007 J (3) 0.028 J (4) 0.014 J

A. 4

Sol. Work done, $W = (\Delta\vec{\mu}).\vec{B}$

$= 2 \times 10^{-2} \times 1 \cos(0.125)$

$\simeq 0.02$ J

$\therefore$ (Bonus)

Question ID : 4165299346

Option 1 ID : 41652936844

Option 2 ID : 41652936843

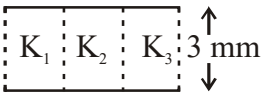
Option 3 ID : 41652936845

Option 4 ID : 41652936842

-----5-----

7. A parallel plate capacitor is of area 6cm^2 and a separation 3mm. The gap is filled with three dielectric materials of equal thickness (see figure) with dielectric constants $K_1 = 10$, $K_2 = 12$ and $K_3 = 14$. The dielectric constant of a material which when fully inserted in above capacitor, gives same capacitance would be :

एक समान्तर पट्ट संधारित्र की प्लेटों का क्षेत्रफल 6cm^2 तथा उनके बीच दूरी 3 mm है। प्लेटों के बीच तीन उसी मोटाई तथा एकसमान क्षेत्रफल के परावैद्युतों जिनके परावैद्युतांक, $K_1 = 10$, $K_2 = 12$, $K_3 = 14$ हैं, से चित्रानुसार भर दिया जाता हैं इसी संधारित्र में ऐसे परावैद्युत का परावैद्युतांक क्या होगा जिसे डालने पर वही धारिता प्राप्त हो:



(1) 4 (2) 14 (3) 36 (4) 12

A. 4

Sol. $\frac{k_1\varepsilon_0 A_1}{d} + \frac{k_2\varepsilon_0 A_2}{d} + \frac{k_3\varepsilon_0 A_3}{d} = \frac{k'\varepsilon_0 A}{d}$

[Diclerectric slabs will form 3 diff. capacitors in parallel combination as P.D across all is same]

$\Rightarrow K_1A_1 + K_2A_2 + K_3A_3 = K'A$

$K_1 = 10, K_2 = 12, K_3 = 14, A_1 = A_2 = A_3 = \frac{A}{3}$

$\Rightarrow K' = 12$

Question ID : 4165299339

Option 1 ID : 41652936816

Option 2 ID : 41652936817

Option 3 ID : 41652936814

Option 4 ID : 41652936815

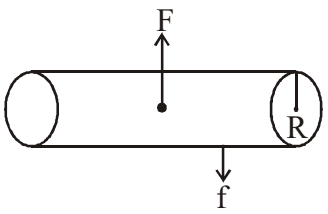
8. A homogeneous solid cylindrical roller of radius R and mass M is pulled on a cricket pitch by a horizontal force F. Assuming rolling without slipping, angular acceleration of the cylinder is :

द्रव्यमान M तथा त्रिज्या R के एक ठोस समांग बेलनाकार रोलर को एक क्रिकेट पिच पर क्षैतिज बल F, से खींचा जा रहा है। यह मानते हुये कि बेलन बिना फिसले लुढ़कता है, इसके कोणीय त्वरण का मान होगा:

(1) $\frac{3F}{2mR}$ (2) $\frac{2F}{3mR}$ (3) $\frac{F}{3mR}$ (4) $\frac{F}{2mR}$

A. 2

Sol.



$F - f = Ma$ ....(i)

$fR = \frac{MR^2}{2} \propto$ ....(ii)

$a = \propto R$ ....(iii)

By (ii) & (iii) $f = \frac{Ma}{2}$

$\Rightarrow F = \frac{3Ma}{2} \Rightarrow \propto = \frac{2F}{3MR}$

Question ID : 4165299331

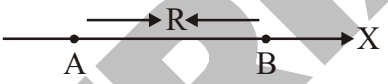
Option 1 ID : 41652936783

Option 2 ID : 41652936782

Option 3 ID : 41652936784

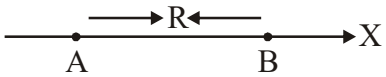
Option 4 ID : 41652936785

9. Two electric dipoles, A, B with respective dipole moments $\vec{d}_A = -4qa\hat{i}$ and $\vec{d}_B = -2qa\hat{i}$ are placed on the x-axis with a separation R, as shown in the figure



The distance from A at which both of them produce the same potential is :

दो विद्युत द्विध्रुव, A तथा B जिनके द्विध्रुव आघूर्ण क्रमशः $\vec{d}_A = -4qa\hat{i}$ तथा $\vec{d}_B = -2qa\hat{i}$ हैं, को x-अक्ष पर R दूरी पर चित्रानुसार रखा गया है।



A से उस बिन्दु की दूरी, जिस पर दोनों का विभव बराबर होगा, है:

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

A. 4

Sol. $\frac{-4qa}{(r)^2} = \frac{-2qa}{(r-R)^2}$

$r = \frac{\sqrt{2}R}{\sqrt{2}\pm 1}$

Question ID : 4165299340

Option 1 ID : 41652936820

Option 2 ID : 41652936819

Option 3 ID : 41652936821

Option 4 ID : 41652936818

10. A train moves towards a stationary observer with speed 34 m/s. The train sounds a whistle and its frequency registered by the observer is f_1. If the speed of the train is reduced to 17 m/s, the frequency registered is f_2. If speed of sound is 340 m/s, then the ratio f_1/f_2 is :

एक रेलगाड़ी 34 m/s की चाल से एक स्थिर प्रेक्षक की ओर जा रही है। रेलगाड़ी की सीटी की आवाज प्रेक्षक को f_1 आवृत्ति की सुनाई देती है। यदि रेलगाड़ी की चाल 17 m/s तक घटा दी जाती है तो प्रेक्षक को सीटी की आवृत्ति f_2 सुनाई देती है। यदि ध्वनि की चाल 340 m/s है तो अनुपात f_1/f_2 होगा :

(1) 21/20 (2) 19/18 (3) 18/17 (4) 20/19

A. 2

Sol. $\left(\frac{340}{340-34}\right)f = f_1; \left(\frac{340}{340-17}\right)f = f_2$

$\frac{f_1}{f_2} = \frac{19}{18}$

Question ID : 4165299338

Option 1 ID : 41652936811

Option 2 ID : 41652936813

Option 3 ID : 41652936810

Option 4 ID : 41652936812

11. If the magnetic field of a plane electromagnetic wave is given by (The speed of light = 3×10^8 m/s)

$$B = 100\times10^{-6}\sin\left[2\pi\times2\times10^{15}\left(t-\frac{x}{c}\right)\right]$$

then the maximum magnitude of electric field associated with it is :

यदि एक समतल विद्युत चुम्बकीय तरंग का चुम्बकीय क्षेत्र निम्न है :

$$B = 100\times10^{-6}\sin\left[2\pi\times2\times10^{15}\left(t-\frac{x}{c}\right)\right]$$

तो इसके संगत विद्युत क्षेत्र का अधिकतम मान होगा [प्रकाश की चाल = 3×10^8 m/s]

(1) 4×10^4 N/C (2) 4.5×10^4 N/C (3) 3×10^4 N/C (4) 6×10^4 N/C

A. 3

Sol. $E_{max} = CB_{max} = 3\times10^4 \text{ N/C}$

Question ID : 4165299347

Option 1 ID : 41652936846

Option 2 ID : 41652936849

Option 3 ID : 41652936848

Option 4 ID : 41652936847

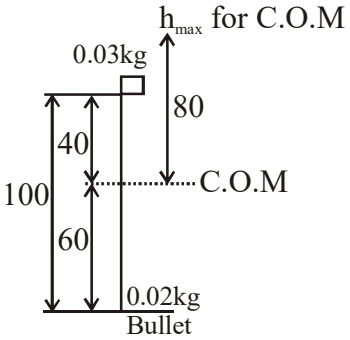
12. A piece of wood of mass 0.03 kg is dropped from the top of a 100 m high building. At the same time, a bullet of mass 0.02 kg is fired vertically upward, with a velocity 100 ms^{-1}, from the ground. The bullet gets embedded in the wood. Then the maximum height to which the combined system reaches above the top of the building before falling below is : ($g = 10ms^{-2}$)

0.03 kg द्रव्यमान के लकड़ी के एक टुकड़े को एक 100 m ऊँची इमारत की छत से छोड़ा जाता है। उसी समय 0.02 kg द्रव्यमान की एक गोली को धरातल से 100 ms^{-1} की गति से ऊर्ध्वाधर दिशा में ऊपर की तरफ दागा जाता है। गोली लकड़ी में गड़ जाती है, तो इस संयुक्त निकाय द्वारा नीचे आने से पहले इमारत की शीर्ष से ऊपर तय की गयी अधिकतम ऊँचाई का मान होगा: (दिया है $g = 10ms^{-2}$)

(1) 40 m (2) 20 m (3) 10 m (4) 30 m

A. 1

Sol.



Initial position of COM = 40m below top of tower (60m above ground).

Initial velocity of COM = $\frac{100 \times 0.02}{0.05} = 40 m/s$

Acceleration of COM = g = 10 m/s^2

max. height gained by COM = $\frac{40 \times 40}{2 \times 10} = 80m$

$\therefore$ max height gained by (block + bullet) above top of tower = 40m.

Question ID : 4165299329

Option 1 ID : 41652936774

Option 2 ID : 41652936776

Option 3 ID : 41652936777

Option 4 ID : 41652936775

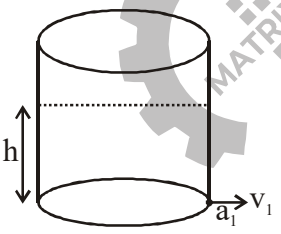
13. Water flows into a large tank with flat bottom at the rate of $10^{-4} m^3 s^{-1}$. Water is also leaking out of a hole of area 1 cm^2 at its bottom. If the height of the water in the tank remains steady, then this height is :

एक समतल तली के बड़े टैंक में पानी $10^{-4} m^3 s^{-1}$ से भर रहा है और इसकी तली मे बने 1 cm^2 क्षेत्रफल के एक छेद से पानी बाहर भी बह रहा है। यदि पानी की टैंक में ऊँचाई स्थिर है तो इस ऊँचाई का मान होगा:

(1) 2.9 cm (2) 4 cm (3) 1.7 cm (4) 5.1 cm

A. 4

Sol.



since tank is large $v_1 = \sqrt{2gh}$

for height of water to be steady.

volumetric rate of inflow of water = volumetric rate of outflow

$\Rightarrow 10^{-4} m^3/s = a_1 v_1$

$\Rightarrow 10^{-4} m^3/s = 1 \times 10^{-4} \times \sqrt{2 \times g \times h}\ m^3/s$

$\Rightarrow h = \frac{1}{2g} m \Rightarrow h = \frac{50}{g} cm$

Question ID : 4165299334

Option 1 ID : 41652936796

Option 2 ID : 41652936795

Option 3 ID : 41652936797

Option 4 ID : 41652936794

14. A solid metal cube of edge length 2 cm is moving in a positive y-direction at a constant speed of 6 m/s. There is a uniform magnetic field of 0.1 T in the positive z-direction. The potential difference between the two faces of the cube perpendicular to the x-axis, is :

2 cm लम्बी भुजा का एक ठोस धातु का घन, धनात्मक y-अक्ष की दिशा में 6 m/s की चाल से जा रहा है। यहाँ 0.1 T का चुम्बकीय क्षेत्र धनात्मक z-अक्ष की दिशा में उपस्थित है। x-अक्ष के लम्बवत् घन के दो फलकों के बीच विभवान्तर का मान होगा :

(1) 12 mV (2) 1 mV (3) 6 mV (4) 2 mV

A. 1

Sol. $\text{emf} = Bvl = \frac{1}{10} \times 6 \times \frac{2}{100} mv$

[B, v, l are prependicular to each other]

Question ID : 4165299344

Option 1 ID : 41652936836

Option 2 ID : 41652936834

Option 3 ID : 41652936835

Option 4 ID : 41652936837

15. In an electron microscope, the resolution that can be achieved is of the order of the wavelength of electrons used. To resolve a width of 7.5×10^{-12}m, the minimum electron energy required is close to :

एक इलेक्ट्रॉनो की तरंगदैर्ध्य की कोटि की है। 7.5×10^{-12}m की चौड़ाई के विभेदन हेतु इलेक्ट्रॉन की न्यूनतम ऊर्जा का निकटतम मान होगा :

(1) 500 keV (2) 100 keV (3) 25 keV (4) 1 keV

A. 3

Sol. $\lambda = \frac{h}{p}$ $\{\lambda = 7.5 \times 10^{-12}\}$

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

$KE = \frac{P^2}{2m} = \frac{(h/\lambda)^2}{2m} = \frac{\left\{\frac{6.6 \times 10^{-34}}{7.5 \times 10^{-12}}\right\}}{2 \times 9.1 \times 10^{-31}} J$

KE = 25 Kev

Question ID : 4165299350

Option 1 ID : 41652936860

Option 2 ID : 41652936861

Option 3 ID : 41652936859

Option 4 ID : 41652936858

16. A heat source at $T = 10^3$K is connected to another heat reservoir at $T = 10^2$ K by a copper slab which is 1 m thick. Given that the thermal conductivity of copper is 0.1 $WK^{-1}m^{-1}$, the energy flux through it in the steady state is :

$T = 10^3$ K तापमान के गर्म ऊष्मा भण्डार को $T = 10^2$ K तापमान के ऊष्मा भण्डार से, 1मी. मोटाई के ताँबे के पटल द्वारा जोड़ते है। दिया है, ताँबे की ऊष्मा चालकता 0.1 $WK^{-1}m^{-1}$ साम्यावस्था में इससे गुजरने वाला ऊर्जा फ्लक्स होगा:

(1) 65 Wm^{-2} (2) 120 Wm^{-2} (3) 90Wm^{-2} (4) 200 Wm^{-2}

A. 3

Sol. At steady state

$$\frac{Q}{t}=\frac{KA(T_2-T_1)}{L}$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{At}=\frac{K(T_2-T_1)}{L}=90\ W/m^2$$

Question ID : 4165299336

Option 1 ID : 41652936804

Option 2 ID : 41652936803

Option 3 ID : 41652936802

Option 4 ID : 41652936805

17. A 2W carbon resistor is color coded with green, black, red and brown respectively. The maximum current which can be passed through this resistor is :

2W के एक कार्बन प्रतिरोध को क्रमशः हरे, काले, लाल तथा भूरे रंग में कलर कोड किया गया है। अधिकतम धरा जो इस प्रतिरोध से बह सकती है, होगी :

(1) 60 mA (2) 20 mA (3) 100 mA (4) 0.4 mA

A. 2

Sol. $2 = I^2R$ $R = 50 \times 10^2 \pm 1\%$

$I = 20mA.$

Question ID : 4165299355

Option 1 ID : 41652936880

Option 2 ID : 41652936879

Option 3 ID : 41652936881

Option 4 ID : 41652936878

18. The density of a material in SI units is 128 kg m^{-3}. In certain units in which the unit of length is 25 cm and the unit of mass is 50g, the numerical value of density of the material is :

SI मात्रकों में एक पदार्थ का घनत्व 128 kg m^{-3} है। एक ऐसे मात्रक में, जिसमें लम्बाई की इकाई 25 cm तथा द्रव्यमान की इकाई 50g है, इस पदार्थ के घनत्व का आंकिक मान होगा:

(1) 640 (2) 40 (3) 16 (4) 410

A. 2

Sol. Let numerical value of x in new system.

$$\frac{x\times 50g}{25\times 25\times 25cm^3}=\frac{128\times 10^3}{10^6 cm^3}g \Rightarrow x=40$$

Question ID : 4165299326

Option 1 ID : 41652936764

Option 2 ID : 41652936762

Option 3 ID : 41652936765

Option 4 ID : 41652936763

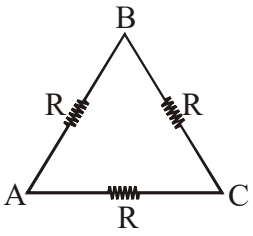
19. A uniform metallic wire has a resistance of 18Ω and is bent into an equilateral triangle. Then, the resistance between any two vertices of the triangle is :

धातु के एक एकसमान तार का प्रतिरोध 18Ω है। इसे मोड़कर एक समबाहु त्रिभुज बनाते है। इस त्रिभुज के कोई दो शीर्षों के बीच प्रतिरोध का मान होगा:

(1) 4 Ω (2) 8 Ω (3) 2 Ω (4) 12 Ω

A. 1

Sol.



$$R = \frac{\rho\frac{L}{3}}{A} = \frac{18}{3} = 6\Omega$$

$$R_{eq(A,B)} = \frac{R \times 2R}{R + 2R} = \frac{2R}{3} = 4\Omega$$

Question ID : 4165299342

Option 1 ID : 41652936828

Option 2 ID : 41652936829

Option 3 ID : 41652936826

Option 4 ID : 41652936827

20. A satellite is moving with a constant speed υ in circular orbit around the earth. An object of mass 'm' is ejected from the satellite such that it just escapes from the gravitational pull of the earth. At the time of ejection, the kinetic energy of the object is :

एक उपग्रह पृथ्वी के परितः वृत्ताकार कक्षा में एक नियत गति υ से घूम रहा है। उपग्रह से द्रव्यमान 'm' का एक पिण्ड इस तरह उत्क्षेपित होता है। कि वह पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण से ठीक पलायन कर जाता है। उत्क्षेपण के समय पिण्ड की गतिज ऊर्जा का मान होगा:

(1) $\frac{1}{2}m\upsilon^2$ (2) $2m\upsilon^2$ (3) $m\upsilon^2$ (4) $\frac{3}{2}m\upsilon^2$

A. 3

Sol. for escape T.E = 0

PE + KE = 0

KE = –PE

$\Rightarrow$ KE = mv^2

Question ID : 4165299333

Option 1 ID : 41652936790

Option 2 ID : 41652936793

Option 3 ID : 41652936791

Option 4 ID : 41652936792

21. A TV transmission tower has a height of 140 m and the height of the receiving antenna is 40 m. What is the maximum distance upto which signals can be broadcasted from this tower in LOS(Line of Sight) mode? (Given : radius of earth = 6.4×10^6 m).

एक TV संचरण मीनार की ऊँचाई 140 m तथा अभिग्राही ऐन्टिना की ऊँचाई 40 m है। इस मीनार से दृष्टि रेखा विधा (LOS) में कितनी अधिकतम दूरी तक सिग्नल प्रसारित कर सकते हैं? (दिया है, पृथ्वी की त्रिज्या = 6.4×10^6 m)

(1) 40 km (2) 48 km (3) 65 km (4) 80 km

A. 3

Sol. $d_{max} = d_T + d_R = \sqrt{2Rh_T} + \sqrt{2Rh_R}$

$d_{max} = 8\times10^3\left(\sqrt{28}+\sqrt{8}\right)m = 8\left(\sqrt{28}+\sqrt{8}\right)KM \approx 65\,km$

Question ID : 4165299353

Option 1 ID : 41652936870

Option 2 ID : 41652936873

Option 3 ID : 41652936872

Option 4 ID : 41652936871

22. Two guns A and B can fire bullets at speeds 1 km/s and 2 km/s respectively. From a point on a horizontal ground, they are fired in all possible directions. The ratio of maximum areas covered by the bullets fired by the two guns, on the ground is :

दो बन्दूको A तथा B द्वारा आरम्भिक चालों क्रमशः 1 km/s तथा 2 km/s से गोली चलायी जा सकती है। क्षैतिज भूमि के किसी बिन्दु से सभी सम्भव दिशाओं में इनको चलाया जाता है। दोनों बन्दूकों द्वारा दागी गई गोलियों से भूमि पर छादित अधिकतम क्षेत्रफलों का अनुपात है :

(1) 1 : 8 (2) 1 : 16 (3) 1 : 2 (4) 1 : 4

A. 2

Sol. $\frac{A_{max_1}}{A_{max_2}} = \frac{\pi\left(R_{max_1}\right)^2}{\pi\left(R_{max_2}\right)^2} = \frac{U_1^4}{U_2^4} = \left(\frac{U_1}{U_2}\right)^4 = \frac{1}{16}$

Question ID : 4165299327

Option 1 ID : 41652936768

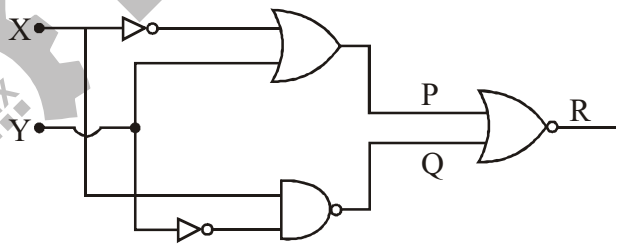
Option 2 ID : 41652936767

Option 3 ID : 41652936766

Option 4 ID : 41652936769

23. To get output '1' at R, for the given logic gate circuit the input values must be :

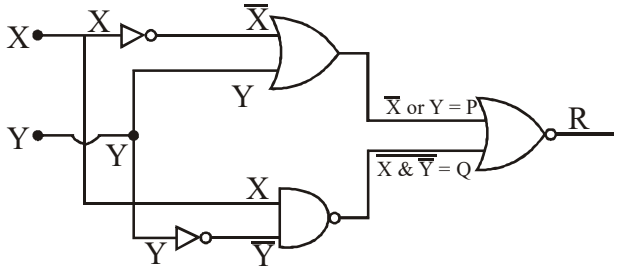
R पर निर्गत मान '1' के लिये दिये गये लॉजिक गेट परिपथ में, निवेशों का मान होना चाहिए :



(1) X = 0 , Y = 0 (2) X = 1, Y = 1 (3) X = 1, Y = 0 (4) X = 0, Y = 1

A. 3

Sol.



opt (1) P = 1, Q = 1, R = 0

opt(2) P = 1, Q = 1, R = 0

opt(3) P = 0, Q = 1, R = 1

opt (4) P = 1, Q = 1, R = 0

Question ID : 4165299352

Option 1 ID : 41652936866

Option 2 ID : 41652936869

Option 3 ID : 41652936868

Option 4 ID : 41652936867

24. In a Young's double slit experiment with slit separation 0.1 mm, one observes a bright fringe at angle $\frac{1}{40}$ rad by using light of wavelength λ_1. When the light of wavelength λ_2 is used a bright fringe is seen at the same angle in the same set up. Given that λ_1 and λ_2 are in visible range (380 nm to 740 nm) their values are :

एक यंग द्वि–झिरी प्रयोग जिसमें झिर्रियों के बीच की दूरी 0.1 mm है, तरंगदैर्ध्य λ_1 के प्रकाश द्वारा $\frac{1}{40}$ rad कोण पर दीप्त फ्रिन्ज देखी जाती है जब इसी प्रयोग में λ_2 तरंग दैर्ध्य के प्रकाश का उपयोग करते हैं तो उसी कोण पर दीप्त फ्रिन्ज देखी जाती है। दिया है कि λ_1 तथा λ_2 दृश्य प्रकाश के परास (380 nm से 740 nm तक) में है, तो उनके मान होंगे:

(1) 380 nm, 500 nm (2) 400 nm, 500 nm (3) 625 nm, 500 nm (4) 380 nm, 525 nm

A. 3

Sol. $\Delta x = d \sin\theta$

$n\lambda = 0.1 \times 10^{-3} \times 25 \times 10^{-3}$ $\{\sin\theta \approx \theta = 25\times10^{-3}\,\text{Rad}\}$

$$\lambda = \frac{2.5\times10^{-6}}{n}\,m = \frac{2500}{n}\,nm.$$

$$380\times10^{-9} \le \lambda \le 740\times10^{-9}$$

$$\Rightarrow 38 \le \frac{250}{n} \le 74 \Rightarrow 3.37 \le n \le 6.58$$

n is integer $\Rightarrow n = 4, 5, 6$

$\therefore$ λ can be 625 nm, 500 nm

Question ID : 4165299349

Option 1 ID : 41652936856

Option 2 ID : 41652936857

Option 3 ID : 41652936855

Option 4 ID : 41652936854

25. A string of length 1m and mass 5g is fixed at both ends. The tension in the string is 8.0 N. The string is set into vibration using an external vibrator of frequency 100 Hz. The separation between successive nodes on the string is close to :

1m लम्बाई तथा 5g द्रव्यमान की एक डोरी के दोनों सिरों को दृढ़ रखा है। डोरी में 8.0 N का तनाव है। 100 Hz आवृत्ति के एक बाहरी कम्पित्र से डोरी में कम्पन उत्पन्न करते हैं। डोरी में बने निकटतम निस्पंदों के बीच की दूरी का सन्निकट मान होगा :

(1) 33.3 cm (2) 16.6 cm (3) 10.0 cm (4) 20.0 cm

A. 4

Sol. $v = \sqrt{\frac{T}{r}} = \sqrt{\frac{8}{5\times10^{-3}}} = 40\,m/s$

$\Rightarrow f_0 = \frac{V}{2L} = 20Hz$

frequency of vibrator $= 100Hz = 5f_0$

$\Rightarrow$ string is in 5^{th} harmonic

$\Rightarrow 5\left(\frac{\lambda}{2}\right) = 1 \Rightarrow \lambda = 40cm$

$\Rightarrow$ Distance b/w succesive nodes $= \frac{\lambda}{2} = 20$ cm.

Question ID : 4165299337

Option 1 ID : 41652936809

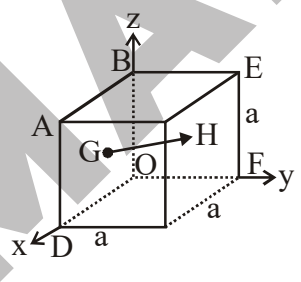
Option 2 ID : 41652936807

Option 3 ID : 41652936806

Option 4 ID : 41652936808

26. In the cube of side 'a' shown in the figure, the vector from the central point of the face ABOD to the central point of the face BEFO will be :

चित्र में दिखाये गये घन की भुजा 'a' के फलक ABOD के केन्द्र से फलक BEFO के केन्द्र तक जाने वाला सदिश होगा :



(1) $\frac{1}{2}a\left(\hat{j}-\hat{i}\right)$ (2) $\frac{1}{2}a\left(\hat{k}-\hat{i}\right)$ (3) $\frac{1}{2}a\left(\hat{j}-\hat{k}\right)$ (4) $\frac{1}{2}a\left(\hat{j}-\hat{k}\right)$

A. 1

Sol. Co-ordinates of $G = \left(\frac{a}{2}, 0, \frac{a}{2}\right)$

Co-ordinates of $H = \left(0, \frac{a}{2}, \frac{a}{2}\right)$

vector form G to H $= \overrightarrow{GH} = -\frac{a}{2}\hat{i} + \frac{a}{2}\hat{j} = \frac{a}{2}\left(-\hat{i}+\hat{j}\right) = \frac{a}{2}\left(\hat{j}-\hat{i}\right)$

Question ID : 4165299328

Option 1 ID : 41652936772

Option 2 ID : 41652936770

Option 3 ID : 41652936773

Option 4 ID : 41652936771

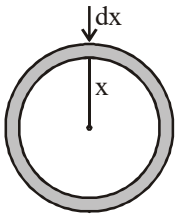
27. To mop-clean a floor, a cleaning machine presses a circular mop of radius R vertically down with a total force F and rotates it with a constant angular speed about its axis. If the force F is distributed uniformly over the mop and if coefficient of friction between the mop and the floor is μ, the torque, applied by the machine on the mop is :

एक समतल को पोंछे से साफ करने की एक मशीन द्वारा R त्रिज्या के पोंछे को कुल ऊर्ध्वाधर बल F से दबाकर उसे उसकी अक्ष के परितः एक नियत कोणीय गति से घुमाया जाता है। यदि बल F पोंछे पर एकसमान वितरित है तथा पोंछे और समतल के बीच घर्षणांक μ है तो मशीन द्वारा पोंछे पर लगाया बल आघूर्ण होगा :

(1) μFR/6 (2) μFR/3 (3) μFR/2 (4) $\frac{2}{3}\mu FR$

A. 4

Sol.



Consider a strip of radius x & thickness dx, Torque due to friction on this strip.

$$\int d\tau = \int_0^R \frac{x\mu F.2\pi x dx}{\pi R^2}$$

$$\tau = \frac{2\mu F}{R^2}.\frac{R^3}{3}$$

$$\tau = \frac{2\mu FR}{3}$$

$\therefore$ correct answer is (4)

Question ID : 4165299332

Option 1 ID : 41652936786

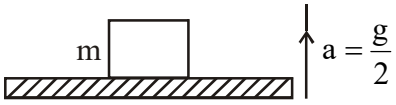
Option 2 ID : 41652936787

Option 3 ID : 41652936788

Option 4 ID : 41652936789

28. A block of mass m is kept on a plattorm which starts from rest with constant acceleration g/2 upward, as shown in fig. Work done by normal reaction on block in time t is :

दिखाये गये चित्रानुसार m द्रव्यमान का एक गुटका एक प्लेटफॉर्म पर रखा है जो विराम से नियत त्वरण g/2 से ऊपर की ओर चलना आरम्भ करता है। गुटके पर लगने वाले अभिलम्ब प्रतिक्रिया (normal reaction) बल द्वारा समय t में किया गया कार्य है :

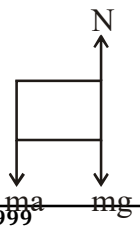


(1) $-\frac{mg^2t^2}{8}$ (2) 0 (3) $\frac{3mg^2t^2}{8}$ (4) $\frac{mg^2t^2}{8}$

A. 3

Sol. FBD of block w.r.t plat form

$\Rightarrow N = mg + ma$



$\Rightarrow N = \frac{3mg}{2} \Rightarrow$ Normal reaction is constant over time t.

Displacement of block(s) is time $t = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{4}gt^2$

[It is in direction of normal reaction]

$\therefore$ Work done by normal reaction $= N \times S = \frac{3}{8}mg^2t^2$.

Question ID : 4165299330

Option 1 ID : 41652936779

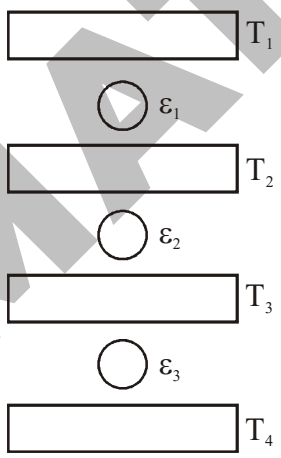
Option 2 ID : 41652936781

Option 3 ID : 41652936778

Option 4 ID : 41652936780

29. Three Carnot engines operate in series between a heat source at a temperature T_1 and a heat sink at temperature T_4 (See figure). There are two other reservoirs at temperature T_2 and T_3, as shown, with $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$. The three engines are equally efficient if :

तीन कार्नो इंजन श्रेणीक्रम में T_1 तापमान के एक गर्म ऊष्मा भण्डार तथा T_4 तापमान के एक ठण्डे ऊष्मा भण्डार क बीच लगे हैं (चित्र देखिये) । दिखाये अनुसार T_2 तथा T_3 तापमान के दो और ऊष्मा भण्डार है यहाँ $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ है । तीनों इंजन बराबर क्षमता के होंगे, यदि :



(1) $T_2 = \left(T_1^3T_4\right)^{\frac{1}{4}}; T_3 = \left(T_1T_4^3\right)^{\frac{1}{4}}$

(2) $T_2 = \left(T_1T_4\right)^{\frac{1}{2}}; T_3 = \left(T_1^2T_4\right)^{\frac{1}{3}}$

(3) $T_2 = \left(T_1T_4^2\right)^{\frac{1}{3}}; T_3 = \left(T_1^2T_4\right)^{\frac{1}{3}}$

(4) $T_2 = \left(T_1^2T_4\right)^{\frac{1}{3}}; T_3 = \left(T_1T_4^2\right)^{\frac{1}{3}}$

A. 4

Sol. For $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3$

$$1 - \frac{T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_3}{T_2} = 1 - \frac{T_4}{T_3}$$

$$\Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = \frac{T_3}{T_2} = \frac{T_4}{T_3}$$

$$\Rightarrow T_2^2 = T_1T_3 \; ; \qquad T_3^2 = T_2T_4$$

$\Rightarrow T_2^2 = T_1\left(T_2T_4\right)^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_2^{\frac{3}{2}} = T_1T_4^{\frac{1}{2}} \Rightarrow T_2 = T_1^{\frac{2}{3}}T_4^{\frac{1}{3}}$

$\Rightarrow T_2 = \left(T_1^2T_4\right)^{\frac{1}{3}}$

$T_3 = \left(T_1T_4^2\right)^{\frac{1}{3}}$

Question ID : 4165299335

Option 1 ID : 41652936801

Option 2 ID : 41652936799

Option 3 ID : 41652936798

Option 4 ID : 41652936800

30. An insulating thin rod of length l has a linear charge density $\rho(x) = \rho_0\frac{x}{l}$ on it. The rod is rotated about an axis psssing through the origin $(x = 0)$ and perpendicular to the rod. If the rod makes n rotations per second, then the time averaged magnetic moment of the rod is :

लम्बाई l की एक पतली रोधी छड़ पर रेखीय आवेश घनत्व $\rho(x) = \rho_0\frac{x}{l}$ है। इस छड़ को मूलबिन्दु $(x = 0)$ से जाने वाली तथा छड़ के लम्बवत एक अक्ष के परितः n चक्कर प्रति सेकंड से घुमाया जाता है। इस छड का कालिक माध्य चुम्बकीय आघूर्ण होगा :

(1) $\frac{\pi}{4}n\rho l^3$ (2) $\frac{\pi}{3}n\rho l^3$ (3) $n\rho l^3$ (4) $\pi n\rho l^3$

A. 1

Sol. $\because$ M = NIA

dq = λdx & A = πx^2

$\int dm\int(x)\frac{\rho_0 x}{\ell}dx.\pi x^2$

$M = \frac{n\rho_0\pi}{\ell}.\int_0^{\ell}x^3.dx = \frac{n\rho_0\pi}{\ell}.\left[\frac{L^4}{4}\right]$

$M = \frac{n\rho_0\pi\ell^3}{4}$ or $M = \frac{\pi}{4}n\,\rho\ell^3$

Question ID : 4165299345

Option 1 ID : 41652936841

Option 2 ID : 41652936839

Option 3 ID : 41652936838

Option 4 ID : 41652936840