JEE Main June 2022

Question Paper With Text Solution

28 June | Shift-2

PHYSICS

MATRIX

JEE Main & Advanced | XI-XII Foundation| VI-X Pre-Foundation

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911
Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in

Units & Dimensions

1. Velocity (v) and acceleration (a) in two systems of units 1 and 2 are related as $v_2 = \frac{n}{m^2} v_1$ and $a_2 = \frac{a_1}{mn}$ respectively. Here m and n are constants. The relations for distance and time in two systems respectively are:

1 एवं 2 मात्रक वाले किन्हीं दो निकायों में वेग (v) एवं त्वरण (a) क्रमशः $v_2 = \frac{n}{m^2} v_1$ एवं $a_2 = \frac{a_1}{mn}$ द्वारा सम्बंधित हैं। यहाँ m एवं n स्थिरांक हैं। दोनों निकायों में, समय एवं दूरी का सम्बंध क्रमशः होगा:

(1) $\frac{n^3}{m^3} L_1 = L_2$ and $\frac{n^2}{m} T_1 = T_2$

(2) $L_1 = \frac{n^4}{m^2} L_2$ and $T_1 = \frac{n^2}{m} T_2$

(3) $L_1 = \frac{n^2}{m} L_2$ and $T_1 = \frac{n^4}{m^2} T_2$

(4) $\frac{n^2}{m} L_1 = L_2$ and $\frac{n^4}{m^2} T_1 = T_2$

Question ID:101201

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $v_2 = v_1 \times \frac{n}{m^2}$

$a_2 = \frac{a_1}{mn}$

Dimensionally: [Distance] = $\left[\frac{v^2}{a}\right]$

$$L_2 = \frac{v_2^2}{a_2} = \frac{v_1^2 \frac{n^2}{m^4}}{\frac{a_1}{mn}} = \frac{v_1^2}{a_1} \frac{n^3}{m^3} = L_1 \frac{n^3}{m^3}$$

[Time] = [v/a]

$$T_2 = \frac{v_2}{a_2} = \frac{v_1 \frac{n}{m^2}}{\frac{a_1}{mn}} = \frac{v_1}{a_1} \frac{n^2}{m} = T_1 \frac{n^2}{m}$$

Circular Motion

2. A ball is spun with angular acceleration $\alpha = 6t^2 - 2t$ where t is in second and α is in $rads^{-2}$. At t = 0, the ball has angular velocity of 10 $rads^{-1}$ and angular position of 4 rad. The most appropriate expression for the angular position of the ball is:

किसी गेंद को कोणीय त्वरण $\alpha = 6t^2 - 2t$ से घूर्णन कराया जाता है, जिसमें t सैकेन्ड में एवं α $rads^{-2}$ में है। समय t = 0 पर, गेंद का कोणीय वेग 10 $rads^{-1}$ है, एवं कोणीय स्थिति 4 rad पर है है। गेंद की कोणीय स्थिति के लिए सर्वाधिक उपयुक्त व्यंजक होगा:

(1) $\frac{3}{2}t^4 - t^2 + 10t$

(2) $\frac{t^4}{2} - \frac{t^3}{3} + 10t + 4$

(3) $\frac{2t^4}{3} - \frac{t^3}{6} + 10t + 12$

(4) $2t^4 - \frac{t^3}{2} + 5t + 4$

Question ID:101202

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $\int_{10}^{\alpha=6t^2-2t} d\omega = \int_0^t (6t^2 - 2t)dt$

$\omega - 10 = 2t^3 - t^2$

$\omega = 2t^3 - t^2 + 10$

$\int_4^\theta d\theta = \int_0^t (2t^3 - t^2 + 10)dt$

$\theta - 4 = \frac{t^4}{2} - \frac{t^3}{3} + 10t$

$\theta = \frac{t^4}{2} - \frac{t^3}{3} + 10t + 4$

Work, Power & Energy

3. A block of mass 2 kg moving on a horizontal surface with speed of 4 ms^{-1} enters a rough surface ranging from x = 0.5 m to x = 1.5 m. The retarding force in this range of rough surface is related to distance by F = –kx where k = 12 Nm^{-1}. The speed of the block as it just crosses the rough surface will be:

2 kg द्रव्यमान का कोई गुटका, किसी क्षैतिज तल पर 4 ms^{-1} की चाल से चलते हुए x = 0.5 m से x = 1.5 m तक फैले किसी खुरदरे तल पर प्रवेश करता है। खुरदरे तल की इस दूरी में लगने वाले मंदक बल का दूरी से सम्बंध F = –kx द्वारा निरूपित है, जहाँ k = 12 Nm^{-1} है। यह गुटका जैसे ही खुरदरे तल को पार करता है, तब इसकी चाल होगी:

(1) zero

(2) 1.5 ms^{-1}

(3) 2.0 ms^{-1}

(4) 2.5 ms^{-1}

Question ID:101203

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $F = -kx = ma$

$$-12 = 2\frac{vdv}{dx}$$

$$\int_4^v vdv = -6\int_{0.5}^{1.5} xdx$$

$$\frac{v^2 - u^2}{2} = \frac{-6}{2}\left(1.5^2 - 0.5^2\right)$$

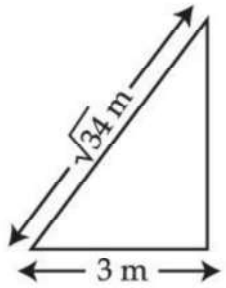
$v^2 = 4$

$v = 2.0\ ms^{-1}$

Rotation

4. A $\sqrt{34}$ m long ladder weighing 10 kg leans on a frictionless wall. Its feet rest on the floor 3 m away from the wall as shonw in the figure. If F_f and F_w are the reaction forces of the floor and the wall, then ratio of F_w/F_f will be: (Use $g = 10\ m/s^2$)

10 kg भार की एक $\sqrt{34}$ m लम्बी सीढ़ी किसी घर्षण–रहित दीवार पर टिकी है। इसका पाद (पैर), धरातल पर, दीवार से 3 m की दूरी पर चित्र में दर्शाये अनुसार अवस्था में हैं। यदि F_f एवं F_w क्रमशः धरातल एवं दीवार के प्रतिक्रिया बल हैं, तो F_w/F_f का अनुपात होगा: (दिया है, $g = 10\ m/s^2$)



(1) $\frac{6}{\sqrt{110}}$

(2) $\frac{3}{\sqrt{113}}$

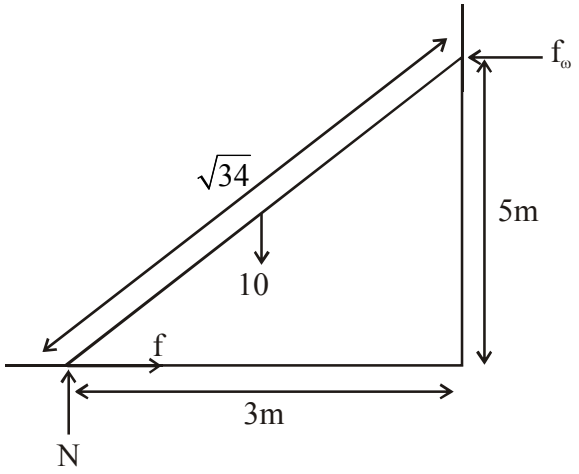
(3) $\frac{3}{\sqrt{109}}$

(4) $\frac{2}{\sqrt{109}}$

Question ID:101204

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol.



$N = 100$

$f = f_\omega$

Balancing torque about bottommost point of ladder:

$100 \times 1.5 = f_\omega \times 5$

$f_\omega = 30 \Rightarrow \rho = 30$

$f_\rho = \sqrt{N^e + \rho^2} = \sqrt{100^2 + 30^2} = \sqrt{10900}$

$\frac{f_\omega}{f_\rho} = \frac{30}{\sqrt{10900}} = \frac{3}{\sqrt{109}}$

Work, Power & Energy

5. Water falls from a 40 m high dam at the rate of 9×10^4 kg per hour. Fifty percentage of gravitational potential energy can be converted into electrical energy. Using this hydroelectric energy number of 100 W lamps, that can be lit, is:

(Take g = 10 ms^{-2})

40 m ऊँचे बाँध से, पानी 9×10^4 kg प्रति घंटे की दर से गिर रहा है। गुरूत्वीय स्थितिज ऊर्जा का पचास प्रतिशत मान

विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है। इस जलवैद्युत ऊर्जा का उपयोग करते हुए 100 W वाले कितने लैम्प जलाए जा सकते हैं :

(Take g = 10 ms^{-2})

(1) 25

(2) 50

(3) 100

(4) 18

Question ID:101205

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. Electrical power = $\left(\frac{dm}{dt}\right)gh \times \frac{50}{100}$

$p = \frac{9\times10^4}{3600}\times10\times40\times\frac{1}{2} = n\times100$

where n = no. of 100 W lamps

n = 50

Gravitation

6. Two objects of equal masses placed at certain distance from each other attracts each other with a force of F. If one-third mass of one object is transferred to the other object, then the new force will be:

समान द्रव्यमान के दो पिण्ड, एक दूसरे से कुछ दरी पर रखे है, एवं एक–दसरे को F बल से आकर्षित करते हैं। यदि एक पिण्ड का एक तिहाई द्रव्यमान, दूसरे पिण्ड पर स्थानान्तरित कर दिया जाए तो नस बल का मान होगा :

(1) $\frac{2}{9}F$

(2) $\frac{16}{9}F$

(3) $\frac{8}{9}F$

(4) F

Question ID:101206

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $F = \frac{Gm^2}{r^2}$

$$F' = \frac{G\left(\frac{2m}{3}\right)\left(\frac{4m}{3}\right)}{r^2} = \frac{8}{9}\frac{Gm^2}{r^2} = \frac{8}{9}F$$

Fluid mechanics

7. A water drop of radius 1 μm falls in a situation where the effect of buoyant force is negligible. Co-efficient of viscosity of air is 1.8×10^{-5} Nsm^{-2} and its density is negligible as compared to that of water 10^6 gm^{-3}. Terminal velocity of the water drop is:

(Take acceleration due to gravity = 10 ms^{-2})

1 μm त्रिज्या वाली पानी की एक बूँद किसी ऐसी परिथिति में गिरती है, जहाँ उत्पलावन बल का प्रभाव नगण्य है। वायु का श्यानता गुणांक 1.8×10^{-5} Nsm^{-2} है एवं इसका घनत्व पानी के घनत्व (10^6 gm^{-3}) के सापेक्ष में नगण्य है। पानी की बूँद का सीमान्त वेग होगा:

(यदि गुरूत्वीय त्वरण = 10 ms^{-2})

(1) 145.4×10^{-6} ms^{-1}

(2) 118.0×10^{-6} ms^{-1}

(3) 132.6×10^{-6} ms^{-1}

(4) 123.4×10^{-6} ms^{-1}

Question ID:101207

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. At terminal velocity : $Mg = F_v$

$$\rho \times \frac{4}{3}\pi r^3 \times g = 6\pi\eta r v$$

$$1000 \times \frac{4}{3}\left(10^{-6}\right) \times 10 = 6 \times 1.8 \times 10^{-5} \times 10^{-6} \times v$$

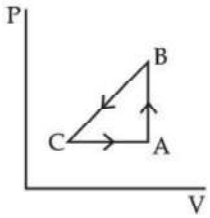
$$v = 10^3 \times \frac{4}{3 \times 6 \times 1.8} = 123.4$$

KTG & Thermodynamics

8. A sample of an ideal gas is taken through the cyclic process ABCA as shown in figure. It absorbs, 40 J of heat during the part AB, no heat during BC and rejects 60 J of heat during CA. A work of 50 J is done on the gas during the part BC. The internal energy of the gas at A is 1560 J. The workdone by the gas during the part CA is:

चित्र में दर्शाये अनुसार, किसी आदर्श गैस के नमूने को चक्रीय प्रक्रम ABCA से गुजारा जाता है। यह भाग AB के दौरान 40 J ऊष्मा अवशोषित करता है, BC के दौरान कोई ऊष्मा नहीं लेता एवं CA के दौरान 60 J ऊष्मा निष्कासित करता है।

भाग BC के दौरान, गैस पर किया गया कार्य 50 J है। A पर, गैस की आन्तरिक ऊर्जा का मान 1560 J है। भाग CA के दौरान गैस द्वारा किए गए कार्य का मान होगा:



(1) 20 J

(2) 30 J

(3) –30 J

(4) –60 J

Question ID:101208

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $Q_{net} = Q_{AB} + Q_{BC} + Q_{CA} = 40 + 0 - 60 = -20$

$W_{net} = W_{AB} + W_{BC} + W_{CA} = 0 - 50 + W_{CA} = W_{CA} - 50$

In a cyclic process : $W_{net} = Q_{net}$

$W_{CA} - 50 = -20$

$W_{CA} = 30$ J

KTG & Thermodynamics

9. What will be the effect on the root mean square velocity of oxygen molecules if the temperature is doubled and oxygen molecule dissociates into atomic oxygen ?

ऑक्सीजन अणु के वर्ग माध्य मूल वेग पर क्या प्रभाव पड़ेगा, यदि तापमान दोगुना कर दिया जाए एवं ऑक्सीजन अणु, परमाणवीय ऑक्सीजन में पृथक हो जाता है तो –

(1) The velocity of atomic oxygen remains same

परमाणवीय ऑक्सीजन का वेग समान रहता है।

(2) The velocity of atomic oxygen doubles

परमाणवीय ऑक्सीजन का वेग दोगुना हो जाता है।

(3) The velocity of atomic oxygen becomes half

परमाणवीय ऑक्सीजन का वेग आधा हो जाता है।

(4) The velocity of atomic oxygen becomes four times

परमाणवीय ऑक्सीजन का वेग चार गुना हो जाता है।

Question ID:101209

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $V_{RMS} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$$V'_{RMS} = \sqrt{\frac{3R(2T)}{M/2}} = 2V_{RMS}$$

Electrostatics

10. Two point charges A and B of magnitude $+8 \times 10^{-6}$ C and -8×10^{-6} C respectively are placed at a distance d apart. The electric field at the middle point O between the charges is 6.4×10^4 NC^{-1}. The distance 'd' between the point charges A and B is:

दो बिन्दु आवेश A एवं B जिनके आवेशों का परिमाण क्रमशः $+8 \times 10^{-6}$ C एवं -8×10^{-6} C है, एक–दूसरे से d दूरी पर रखें हैं। आवेशों के मध्य बिन्दु O पर विद्युत क्षेत्र का मान 6.4×10^4 NC^{-1} है। बिन्दु आवेश A एवं B के बीच की दूरी 'd' का मान है:

(1) 2.0 m

(2) 3.0 m

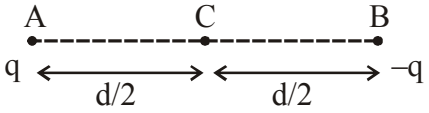
(3) 1.0 m

(4) 4.0 m

Question ID:101210

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol.



Where $q = 8 \times 10^{-6}$

$$E_C = \frac{2kq}{(d/2)^2}$$

$$6.4 \times 10^4 = \frac{2 \times 9 \times 10^9 \times 8 \times 10^{-6}}{\frac{d^2}{4}}$$

$d = 3m$

Current electricity

11. Resistance of the wire is measured as 2Ω and 3Ω at 10ºC and 30ºC respectively. Temperature co-efficient of resistance of the material of the wire is:

10ºC एवं 30ºC तापमान पर किसी तार का प्रतिरोध क्रमशः 2Ω एवं 3Ω मापा गया। तार के पदार्थ का प्रतिरोध ताप गुणांक होगा:

(1) 0.033 $ºC^{-1}$

(2) –0.033 $ºC^{-1}$

(3) 0.011 $ºC^{-1}$

(4) 0.055 $ºC^{-1}$

Question ID:101211

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. R_0 = Resistance of wire at 0ºC

$2 = R_0 (1 + \alpha \times 10)$

$3 = R_0 (1 + \alpha \times 30)$

$$\frac{3}{2} = \frac{1+30\alpha}{1+10\alpha}$$

$3 + 30\alpha = 2 + 60\alpha$

$\alpha = 0.033\ ºC^{-1}$

Magnetism and matter

12. The space inside a straight current carrying solenoid is filled with a magnetic material having magnetic susceptibility equal to 1.2×10^{-5}. What is fractional increase in the magnetic field inside solenoid with respect to air as medium inside the solenoid ?

एक सरलरेखीय धारावाही परिनालिका के मध्यस्थान को चुम्बकीय पदार्थ से भर दिया जाता है, जिसकी चुम्बकीय सुग्राहिता 1.2×10^{-5} है। परिनालिका के अंदर चुम्बकीय क्षेत्र में हुई अनुपातिक वृद्धि का मान क्या होगा? जो कि परिनालिका के अंदर हवा को एक माध्यम की तरह प्रयुक्त करने के सापेक्ष में है ?

(1) 1.2×10^{-5}

(2) 1.2×10^{-3}

(3) 1.8×10^{-3}

(4) 2.4×10^{-5}

Question ID:101212

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $$\frac{\Delta B}{B} = \frac{\mu_0 ni(\mu_r - 1)}{\mu_0 ni} = ((1+x)-1) = 1.2\times10^{-5}$$

Where x = magnetic susceptibility

Magnetic field and force

13. Two parallel, long wires are kept 0.20 m apart in vacuum, each carrying current of x A in the same direction. If the force of attraction per meter of each wire is 2×10^{-6} N, then the value of x is approximately:
निर्वात में, दो लम्बे समानान्तर तार एक–दूसरे से 0.20 m की दूरी पर रखे हुए हैं, जिनमें से प्रत्येक में x A मान की धारा समान दिशा में प्रवाहित हो रही है। यदि प्रत्येक तार की प्रति मीटर लम्बाई पर 2×10^{-6} N का आकर्षण बल आरोपित हो रहा है, तो x का सनिकट मान होगा:

(1) 1

(2) 2.4

(3) 1.4

(4) 2

Question ID:101213

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $F = \frac{\mu_0 i_1 i_2}{2\pi d}$ (force per unit length)

$$2\times10^{-6} = \frac{4\pi^2 \times 10^{-7} \times x^2}{2\pi \times 0.2}$$

$$x = \sqrt{2} = 1.4$$

Electromagnetic Induction

14. A coil is placed in a time varying magnetic field. If the number of turns in the coil were to be halved and the radius of wire doubled, the electrical power dissipated due to the current induced in the coil would be: (Assume the coil to be short circuited.)
एक कुंडली किसी समय परिवर्ती चुम्बकीय क्षेत्र में रखी है। यदि कुंडली के घेरों की संख्या आधी एवं तार की त्रिज्या को दोगुना कर दिया जाए तो कुंडली में प्रेरित धारा के कारण हुए विद्युतीय शक्ति क्षय का मान होगा:
(माना कुंडली शॉर्ट सर्किट की गई है।)

(1) Halved आधा

(2) Quadrupled चार गुना

(3) The same समान

(4) Doubled दोगुना

Question ID:101214

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. Electrical power dissipated = $P = \frac{v^2}{R} = \frac{\left(\frac{d\phi_B}{dt}\right)^2}{R} = \frac{\left(\frac{dB}{dt} \times A \times n\right)}{\frac{\rho L}{\pi r^2}}$

Where, A = Area of loop
r = radius of wire

$$P' = \frac{\frac{dB}{dt} \times A \times \frac{n}{2}}{\rho L} \times \overline{n}(2r)^2 = 2P$$

Electromagnetic waves

15. An EM wave propagating in x-direction has a wavelength of 8 mm. The electric field vibrating y-direction has maximum magnitude of 60 Vm^{-1}. Choose the correct equations for electric and magnetic fields if the EM wave is propagating in vacuum:

एक विद्युत चुम्बकीय (EM) तरंग जो कि x-दिशा में चल रही है, का तरंगदैर्ध्य 8 mm है। विद्युत क्षेत्र जो कि y-दिशा में है, के अधिकतम परिमाण का मान 60 Vm^{-1} है। यदि EM तरंग निर्वात में चल रही है, तो विद्युत क्षेत्र एवं चुम्बकीय क्षेत्र के लिए उपयुक्त समीकरण चुनिए:

(1) $E_y = 60\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^3 (x - 3 \times 10^8 t)\right]\hat{j}\ Vm^{-1}$

$B_z = 2\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^3 (x - 3 \times 10^8 t)\right]\hat{k}\ T$

(2) $E_y = 60\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^3 (x - 3 \times 10^8 t)\right]\hat{j}\ Vm^{-1}$

$B_z = 2 \times 10^{-7}\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^3 (x - 3 \times 10^8 t)\right]\hat{k}\ T$

(3) $E_y = 2 \times 10^{-7}\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^3 (x - 3 \times 10^8 t)\right]\hat{j}\ Vm^{-1}$

$B_z = 60\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^3 (x - 3 \times 10^8 t)\right]\hat{k}\ T$

(4) $E_y = 2 \times 10^{-7}\sin\left[\frac{\pi}{4} \times 10^4 (x - 4 \times 10^8 t)\right]\hat{j}\ Vm^{-1}$

$$B_z = 60\sin\left[\frac{\pi}{4}\times10^4(x-4\times10^8 t)\right]\hat{k}\ T$$

Question ID:101215

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. Wave number $= k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{8\times10^{-3}} = \frac{\pi}{4}\times10^3$

$$\frac{E_0}{B_0} = c \Rightarrow \frac{60}{B_0} = 3\times10^8 \Rightarrow B_0 = 2\times10^{-7}\,T$$

$\hat{E}\times\hat{B} = \hat{v} \Rightarrow$ Magnetic field will be in z-direction

Hence, we can write E_y and B_z as follows:

$$E_y = 2\times10^{-7}\sin\left[\frac{\pi}{4}\times10^3(x-3\times10^8 t)\right]\hat{j}\ Vm^{-1}$$

$$B_z = 60\sin\left[\frac{\pi}{4}\times10^3(x-3\times10^8 t)\right]\hat{k}\ T$$

Wave optics

16. In young's double slit experiment performed using a monochromatic light of wavelength λ, when a glass plate ($\mu = 1.5$) of thickness $x\lambda$ is introduced in the path of the one of the interfering beams, the intensity at the position where the central maximum occurred previously remains unchanged. The value of x will be:

λ तरंगदैर्ध्य के एकलवर्णी प्रकाश का उपयोग करके किए गए यंग के द्विकरेखा छिद्र (दो झिरी) प्रयोग में, जब $x\lambda$ मोटाई वाली किसी काँच की पट्टी ($\mu = 1.5$) को किसी एक व्यतिकरणी किरण पुँज के मार्ग में रखा जाता है, तो केन्द्रीय उच्चिष्ठ जहाँ पहले बन रहा था, उस स्थान पर तीव्रता का मान अपरिवर्तित रहता है। x का मान होगा:

(1) 3

(2) 2

(3) 1.5

(4) 0.5

Question ID:101216

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. By introducing a glass werely shift the interference pattern. there is no change in fringe width.

$\Rightarrow$ If the intensity at the position of central maximum remains unchanged, then the pattern must have shifted by an integral multiple of fringe width.

$$\text{Shift} = \frac{t}{d}D(\mu-1) = n\lambda$$

$$t(\mu-1) = n\lambda$$

$$x\lambda(\mu-1) = n\lambda$$

$$x = \frac{n}{\mu-1} = \frac{n}{0.5} = 2n$$

If $n = 1 \quad x = 2$

Dual nature of radiation and matter

17. Let K_1 and K_2 be the maximum kinetic energies of photo-electrons emitted when two monochromatic beams of wavelength λ_1 and λ_2, respectively are incident on a metallic surface. If $\lambda_1 = 3\lambda_2$ then:
किसी धात्विक तल पर, जब λ_1 एवं λ_2 तरंगदैर्ध्य वाले दो एकलवर्णी किरण पुँज गिरते हैं तो क्रमशः K_1 एवं K_2 अधिकतम मान की गतिज ऊर्जाओं वाले फोटोइलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। यदि $\lambda_1 = 3\lambda_2$ तो:

(1) $K_1 > \frac{K_3}{2}$

(2) $K_1 < \frac{K_2}{3}$

(3) $K_1 = \frac{K_2}{3}$

(4) $K_2 = \frac{K_1}{3}$

Question ID:101217

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. $$K_2 = \frac{hc}{\lambda_2} - \phi$$

$$K_1 = \frac{hc}{\lambda_1} - \phi = \frac{hc}{3\lambda_2} - \phi = \frac{hc}{3\lambda_2} - \frac{\phi}{3} - \frac{2\phi}{3} = \left(\frac{hc}{\lambda_2} - \phi\right) \times \frac{1}{3} - \frac{2\phi}{3}$$

$$K_1 = \frac{K_2}{3} - \frac{2\phi}{3} \qquad \Rightarrow K_1 < \frac{K_2}{3}$$

Nuclear physics

18. Following statements related to radioactivity are given below:

(A) Radioactivity is a random and spontaneous process and is dependent on physical and chemical conditions

(B) The number of un-decayed unclei in the radioactive sample decays exponentially with time

(C) Slope of the graph of $\log_e$ (no. of undecayed unclei) Vs. time represents the reciprocal of mean life time (τ)

(D) Product of decay constant (λ) and half-life time ($T_{1/2}$) is not constant

Choose the most appropriate answer from the options given below:

नीचे दिए गए कथनों रोडियोसक्रियता से सम्बंधित है।

(A) रेडियोसक्रियता एक यादृच्छिक एवं स्वाभावित प्रक्रम है जो कि भौतिक एवं रसायन परिस्थितियों पर निर्भर करता है।

(B) रेडियोसक्रिय नमूने में अक्षयित नाभिकों की संख्या समय के साथ चरघातांकीय (एक्सपोनेननसियली) रूप से घटती रही है।

(C) समय बनाम $\log_e$ (अक्षयित नाभिकों की संख्या) के बीच बने अभिरेख का झुकाव, औसत आयुकाल (τ) के व्युत्क्रम को प्रदर्शित करता है।

(D) क्षय स्थिरांक (λ) एवं अर्द्धायुकाल ($T_{1/2}$) का गुणन स्थिर नहीं होता है।

नीचे दिए गए विकल्पों में से सर्वोपयुक्त उत्तर चुनिए:

(1) (A) and (B) only

केवल (A) एवं (B)

(2) (B) and (D) only

केवल (B) एवं (D)

(3) (B) and (C) only

केवल (B) एवं (C)

(4) (C) and (D) only

केवल (C) एवं (D)

Question ID:101218

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. (A) It does not depend on physical and chemical conditions.

(B) $N = N_0 e^{-\lambda t}$

(C) $\ln N = \ln N_0 - \lambda t$

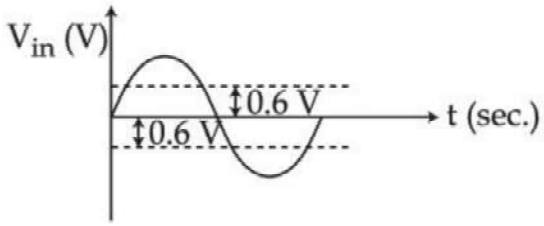
$$\ln N = \ln N_0 - \frac{1}{T_{mean}} t$$

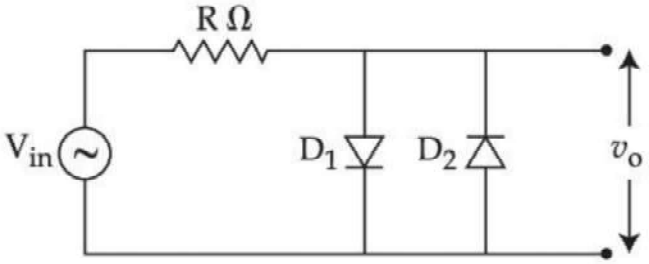
(D) $\lambda \times \frac{T_2}{2} = \lambda \times \frac{\ln 2}{\lambda} = \ln 2 = \text{constant}$

B and C are correct.

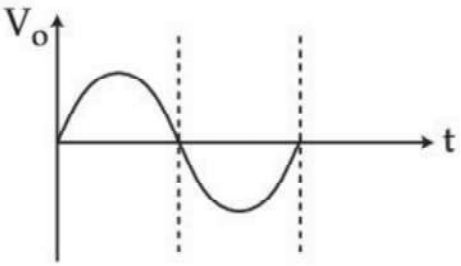
Semiconductor

19. In the given circuit the input voltage V_{in} is shown in figure. The cut-in voltage of p-n junction diode (D_1 or D_2) is 0.6 V. Which of the following output voltage (V_0) waveform across the diode is correct?
दिए हुए परिपथ का निवेश (इनपुट) वोल्टेज (विभव) V_{in} चित्र में प्रदर्शित है। p-n संधि डायोड (D_1 या D_2) का अंतक वोल्टेज 0.6 V है। डायोड के सिरों पर प्राप्त निर्गत (आउटपुट) वोल्टेज (V_0) के लिए कौन सा वक्र सही है?

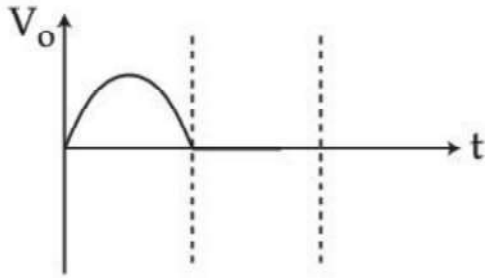




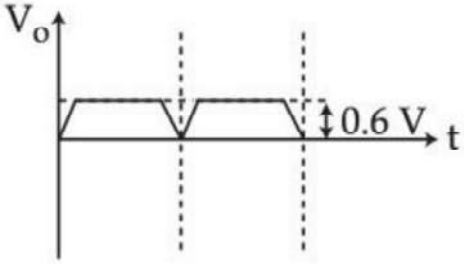
(1)



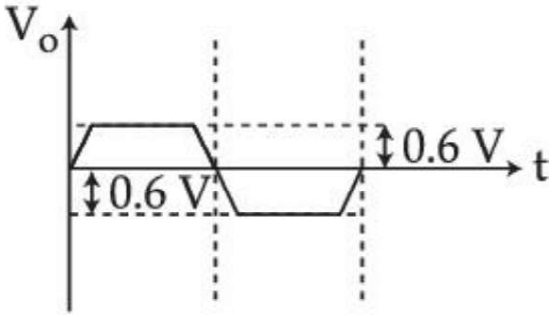
(2)



(3)



(4)



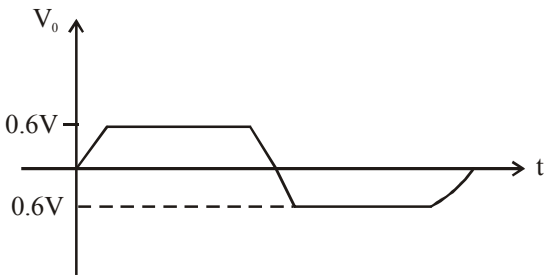
Question ID:101219

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. For half cycle, D_2 will be reverse biased and for the other half cycle, D_1 will be reverse biased.

For the diode which is forward biased, it will conduct only when voltage is more than cut-in voltage (0.6 V).

So the output should look like:



Communiation system

20. Amplitude modulated wave is represented by

$V_{AM} = 10[1 + 0.4 \cos(2\pi \times 10^4 t)] \cos(2\pi \times 10^7 t)$. The total bandwidth of the amplitude modulated wave is:

आयाम माडुलित तरंग

$V_{AM} = 10[1 + 0.4 \cos(2\pi \times 10^4 t)] \cos(2\pi \times 10^7 t)$ द्वारा निरूपित है। आयाम माडुलित तरंग की कुल बैंड चौड़ाई का मान होगा:

(1) 10 kHz

(2) 20 MHz

(3) 20 kHz

(4) 10 MHz

Question ID:101220

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $\omega_m = 2\pi \times 10^4 \Rightarrow f_m = 10^4$

$\omega_c = 2\pi \times 10^7 \Rightarrow f_c = 10^7$

Bandwidth $= 2\omega_m = 2 \times 10^4$ Hz $= 20$ kHz

Measurements and Error

21. A student in the laboratory measures thickness of a wire using screw gauge. The readings are 1.22 mm, 1.23 mm, 1.19 mm and 1.20 mm. The percentage error is $\frac{x}{121}\%$. The value of x is _____.

प्रयोगशाला में एक छात्र, किसी तार की मोटाई को पेंचमापी से मापता है, उसके पाठयांकों का मान 1.22 mm, 1.23 mm, 1.19 mm एवं 1.20 mm है। प्रतिशत त्रुटि का मान $\frac{x}{121}\%$ है। x का मान _____ होगा।

Question ID:101221

Ans. Official Answer NTA (150)

Sol. Thickness = t

$$t_{mean} = \frac{1.22+1.23+1.19+1.20}{4} = 1.21 \text{ mm}$$

$$\Delta t_{mean} = \frac{0.01+0.02+0.02+0.01}{4} = 0.015$$

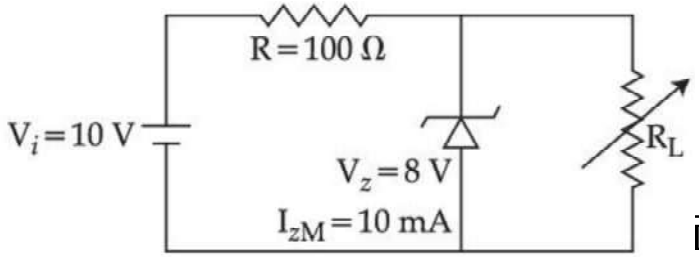
$$\% \text{ error} = \frac{\Delta t}{t} \times 100 = \frac{0.015}{1.21} \times 100 = \frac{x}{121}$$

$x = 150$

Semiconductor

22. A zener of breakdown voltage $V_Z = 8$ V and maximum zener current, $I_{ZM} = 10$ mA is subjected to an input voltage $V_i = 10$ V with series resistance $R = 100\ \Omega$. In the given circuit R_L represents the variable load resistance. The ratio of maximum and minimum value of R_L is _____.

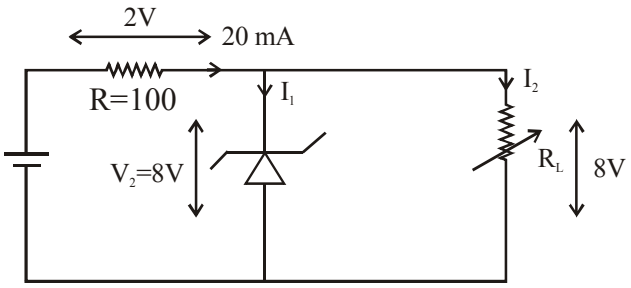
एक जेनर, जिसकी भंजन वोल्टता $V_Z = 8$ V, एवं अधिकतम जेनर धारा $I_{ZM} = 10$ mA है, जब यह निवेश वोल्टेज (विभव) $V_i = 10$ V से श्रेणीबद्ध प्रतिरोध $R = 100\ \Omega$ के साथ जोडा जाता है। दिए गए परिपथ में R_L परिवर्तनशील लोड प्रतिरोध को प्रदर्शित कर रहा है। R_L के अधिकतम एवं न्यूनतम मानों का अनुपात _____ |.



Question ID:101222

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol.



$20\ mA = I_1 + I_2$

$20\ mA = (I_1)_{max} + (I_2)_{min}$

$(I_2)_{min} = 10\ mA$

$V_L = I_2R_L$

$8 = (10\ mA) \times R_L \Rightarrow R_L = 800\ \Omega$

$20\ mA = (I_1)_{min} + (I_2)_{max}$

$20\ mA = 0 + (I_2)_{max}$

$V_L = I_2R_L$

$8 = (20\ mA)R_L \Rightarrow R_L = 400\ \Omega$

$$\frac{(R_L)_{max}}{(R_L)_{min}} = \frac{800}{400} = 2$$

Waves Optics

23. In a Young's double slit experiment, an angular width of the fringe is 0.35º on a screen placed at 2 m away for particular wavelength of 450 nm. The angular width of the fringe, when whole system is immersed in a medium of refractive index 7/5, is $\frac{1}{\alpha}$. The value of α is _____.

यंग के द्विकरेखा छिद्र (दो झिरी) वाले प्रयोग में, 450 nm वाली विशिष्ट तरंगदैर्ध्य के लिए, 2 m दूर रखे पर्दे पर प्राप्त फ्रिन्ज की कोणीय चौड़ाई 0.35º है। जब सम्पूर्ण निकाय को 7/5 अपवर्तनांक वाले माध्यम में डुबा दिया जाता है तो फ्रिन्ज की कोणीय चौडाई $\frac{1}{\alpha}$ हो जाती है। α का मान _____ होगा।

Question ID:101223

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. Angular fringe width = $\theta = \frac{\lambda}{d}$

$$0.35^{\circ}=\frac{450\text{ nm}}{d}$$

$$\theta=\frac{(450\text{ nm})\times\frac{5}{7}}{d}$$

$$\frac{\theta}{0.35^{\circ}}=\frac{5}{7}$$

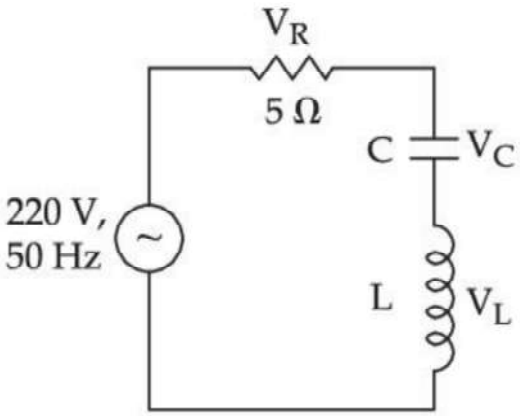
$$\theta=0.25^{\circ}=\frac{1^{\circ}}{4}=\frac{1}{\alpha}$$

$$\alpha=4$$

Alternating current

24. In the given circuit, the magnitude of V_L and V_C are twice that of V_R. Given that f = 50 Hz, the inductance of the coil is $\frac{1}{K\pi}$mH. The value of K is _____.

दिए हुए परिपथ में, V_L एवं V_C के परिमाण, V_R के परिमाण से दो गुने हैं। दिया गया है कि f = 50 Hz, कुंडली का प्रेरकत्व $\frac{1}{K\pi}$mH है। K का मान _____ होगा।



Question ID:101224

Ans. Official Answer NTA (0)

Sol. $V_L = I_{RMS} \times X_{Li}$ $V_C = I_{RMS} \times X_C$ $V_R = I_{RMS} \times R$

$V_L = 2V_R \Rightarrow X_L = 2R \Rightarrow \omega_L = 2R$

$L \times 2\pi \times 50 = 10$

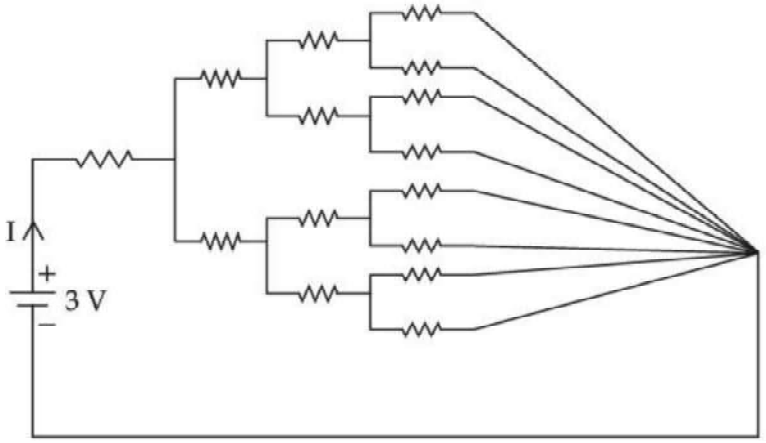
$$L=\frac{1}{10\pi}=\frac{1}{k\pi}\text{mH}$$

$K = 0.01 \approx 0$

Current electricity

25. All resistances in figure are 1 Ω each. The value of current 'I' is $\frac{a}{5}A$. The value of a is _____.

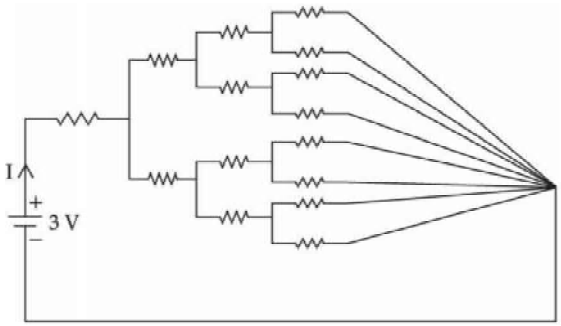
चित्र में प्रदर्शित सभी प्रतिरोधें में प्रत्येक का मान 1 Ω है। धारा 'I' का मान $\frac{a}{5}A$ है। a का मान _____ होगा।



Question ID:101225

Ans. Official Answer NTA (8)

Sol.



$$R_{eq} = \frac{15}{8}\Omega$$

$$I = \frac{3}{R_{eq}} = \frac{3}{15} \times 8 = \frac{24}{15} = \frac{a}{5}$$

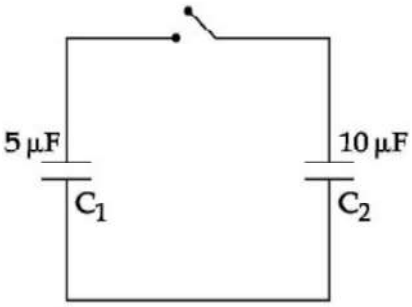
a = 8

Capacitance

26. A capacitor C_1 of capacitance 5 μF is charged to a potential of 30 V using a battery. The battery is then removed and the charged capacitor is connected to an uncharged capacitor C_2 of capacitance 10 μF as shown in figure. When the switch is closed charge flows between the capacitors. At equilibrium, the

charge on the capacitor C_2 is _____μC.

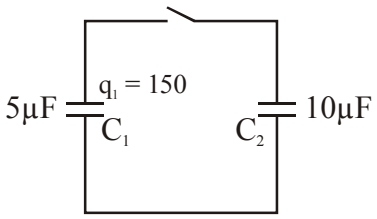
5 μF मान वाले संधारित्र C_1 को बैटरी द्वारा 30 V के विभव तक आवेशित किया जाता है। इसके बाद बैटरी को हटा दिया जाता है, एवं आवेशित संधारित्र C_2 को 10 μF धारिता वाले किसी अनावेशित संधारित्र के साथ चित्र में दर्शाये अनुसार जोड़ा जाता है। कुँजी को बंद करने पर, संधारित्रों के बीच आवेश प्रवाहित होता है। साम्यावस्था में, संधारित्र C_2 पर _____μC आवेश होगा।

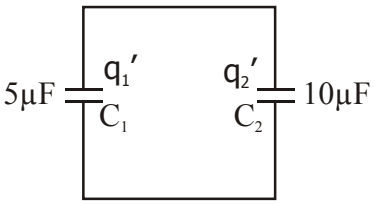


Question ID:101226

Ans. Official Answer NTA (100)

Sol.





$q_1 = CV = (5\ \mu F) \times 30\ V$

$= 150\ \mu C$

When switch is closed, potential on both capacitors will become equal $\Rightarrow \frac{q_1'}{C_1} = \frac{q_2'}{C_2}$

$\frac{q_1'}{q_2'} = \frac{5}{10}$ and $q_1' + q_2' = 150$

On solving, $q_1' = 50\ \mu C$ and $q_2' = 100\ \mu C$

Sound waves

27. A tunning fork of frequency 340 Hz resonates in the fundamental mode with an air column of length 125 cm in a cylindrical tube closed at one end. When water is slowly poured in it, the minimum height of water required for observing resonance once again is _____ cm.

(Velocity of sound in air is 340 ms^{-1})

किसी बेलनाकार नली में, 340 Hz आवृत्ति वाला एक स्वारित्र, 125 cm लम्बे वायुस्तम्भ के साथ आधारभूत रूप में अनुनाद करता है। जब इसमें धीरे–धीरे पानी भरा जाता है, तो पुनः अनुनाद प्राप्त करने के लिए, पानी की आवश्यक न्यूनतम ऊँचाई का मान _____ cm होगा।

(ध्वनि की चाल 340 ms^{-1} है।)

Question ID:101227

Ans. Official Answer NTA (50)

Sol. $V = \rho\lambda$

$340 = 340 \times \lambda$

$\lambda = 1\ m = 100\ cm$

$L = 125\ cm = \frac{5\lambda}{4}$

If we fill water, resonance will be observed again for the first time when $L' = \frac{3\lambda}{4}$

$\Rightarrow$ Minimum height of water = $\lambda/2 = 50$ cm

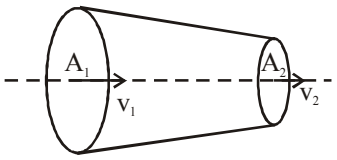
Fluid mechanics

28. A liquid of density 750 kgm^{-3} flows smoothly through a horizontal pipe that tapers in cross-sectional area from $A_1 = 1.2 \times 10^{-2} m^2$ to $A_2 = \frac{A_1}{2}$. The pressure difference between the wide and narrow sections of the pipe is 4500 Pa. The rate of flow of liquid is _____ $\times 10^{-3} m^3 s^{-1}$.

750 kgm^{-3} घनत्व वाला कोई द्रव, एक क्षैतिज पाइप (नली) में बह रहा है, जिसकी अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $A_1 = 1.2 \times 10^{-2} m^2$ से $A_2 = \frac{A_1}{2}$ तक क्रमशः पतला होता जा रहा है। चौड़े एवं संकरे भागों पर दाबों में अंतर का मान 4500 Pa है। द्रव के बहने की दर _____ $\times 10^{-3} m^3 s^{-1}$ है।

Question ID:101228

Ans. Official Answer NTA (24)

Sol. 

Continuity equation $\Rightarrow A_1 v_1 = A_2 v_2$

$A_1 v_1 = A_1/2 \times v_2$

$2v_1 = v_2$

Bernoulli's equation $P_1 + \frac{1}{2}\rho v_1^2 = P_2 + \frac{1}{2}\rho v_2^2$

$$P_1 - P_2 = \frac{1}{2}\rho(v_2^2 - v_1^2)$$

$$4500 = \frac{1}{2} \times 750(3v_1^2)$$

$v_1 = 2$ m/s

Rate of flow $= A_1 v_1 = 1.2 \times 10^{-2} \times 2$

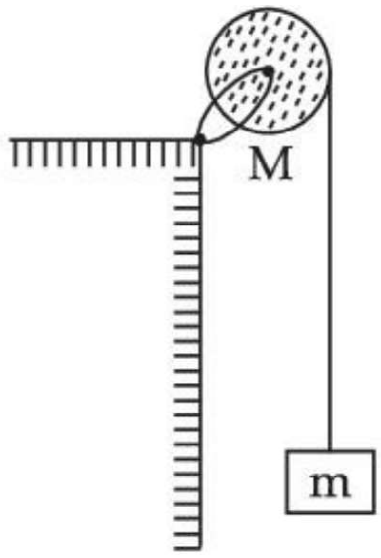
$= 2.4 \times 10^{-2} = 24 \times 10^{-3}$ m^3/s

= 24

Rotation

29. A uniform disc with mass M = 4 kg and radius R = 10 cm is mounted on a fixed horizontal axle as shown in figure. A block with mass m = 2 kg hangs from a massless cord that is wrapped around the rim of the disc. During the fall of the block, the cord does not slip and there is no friction at the axle. The tension in the cord is _____N. (Take g = 10 ms^{-2})

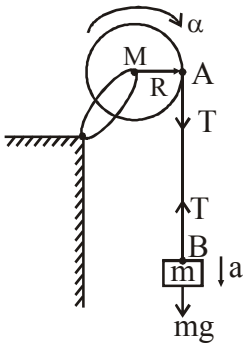
M = 4 kg द्रव्यमान एवं R = 10 cm त्रिज्या की कोई एकसमान डिस्क, किसी क्षैतिज धुरी पर चित्र में दर्शाये अनुसार लगी है। m = 2 kg द्रव्यमान का एक गुटका किसी द्रव्यमानरहित रस्सी से लटका है, जो कि डिस्क के घेरे पर लिपटी हुई है। गुटके के गिरने के दौरान रस्सी फिसलीती नहीं है, एवं धुरी पर कोई घर्षण नहीं है। रस्सी में तनाव का मान _____N होगा। (दिया है g = 10 ms^{-2})



Question ID:101229

Ans. Official Answer NTA (10)

Sol.



On block: $mg - T = ma$ .....(1)

on Disc: $T \times R = I\propto$

$$T \times R = \frac{MR^2}{2} \times \propto \quad .....(2)$$

Using constraint: $(a_A)_t = a_B$

$R\propto = a$

From (2): $T = \frac{MR}{2} \times \frac{a}{R}$

$$T = \frac{Ma}{2} \quad ....(3)$$

Adding (1) and (3) : $mg = \left(m + \frac{M}{2}\right)a$

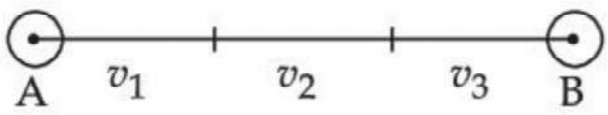
$$a = \frac{mg}{m + \frac{M}{2}} = \frac{20}{4} = 5$$

From (3): $T = \frac{Ma}{2} = \frac{4 \times 5}{2} = 10N$

Kinematics (Motion in a straight line)

30. A car covers AB distance with first one-third at velocity v_1 ms^{-1}, second one-third at v_2 ms^{-1} and last one-third at $v_3 ms^{-1}$. If $v_3 = 3v_1$, $v_2 = 2v_1$ and $v_1 = 11$ ms^{-1} then the average velocity of the car is _____ms^{-1}.

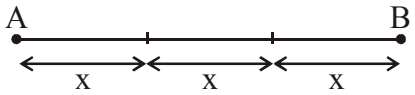
एक कार AB दूरी तय करती है, जिसमें पहली एक तिहाई v_1 वेग से, दूसरी एक तिहाई v_2 वेग से, एवं अंतिम एक तिहाई दूरी v_3 वेग से तय करती है। यदि $v_3 = 3v_1$, $v_2 = 2v_1$ एवं $v_1 = 11$ ms^{-1} है। तो कार का औसत वेग _____ms^{-1} होगा।



Question ID:101230

Ans. Official Answer NTA (18)

Sol.



$$v_{avg} = \frac{3x}{\frac{x}{11}+\frac{x}{22}+\frac{x}{33}} = \frac{3x \times 66}{6x+3x+2x} = 18 m/s$$