

JEE Main January 2023
Question Paper With Text Solution
31 January | Shift-1

PHYSICS



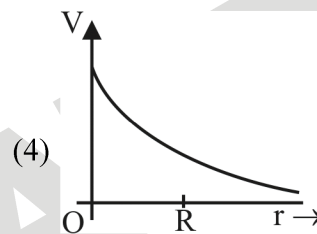
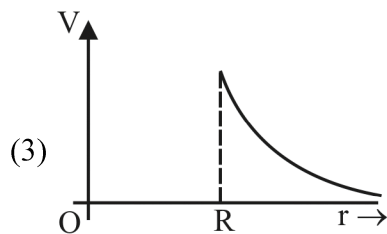
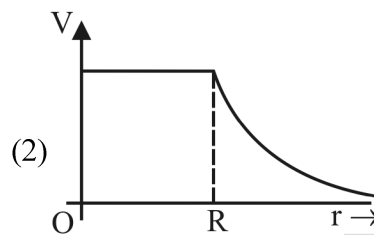
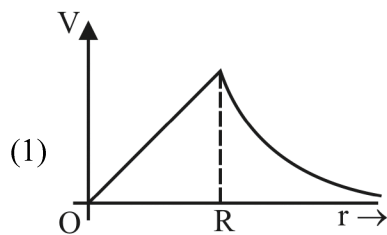
JEE Main & Advanced | XI-XII Foundation | VI-X Pre-Foundation

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

Electrostatics

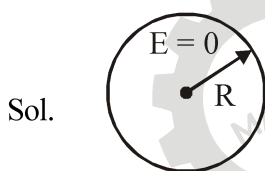
1. Which of the following correctly represents the variation of electric potential (V) of a charged spherical conductor of radius (R) with radial distance (r) from the center?

किसी (R) त्रिज्या वाले आवेशित चालक गोले के केन्द्र से त्रिज्या दूरी (r) के साथ विद्युत विभव (V) में परिवर्तनों को निम्न में से कौन सा विकल्प सही निरूपित करता है:

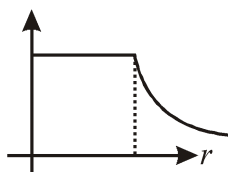


Question ID:366694555

Ans. Official Answer NTA (2)



Electric field inside a conductor = 0
Hence $V = \text{constant}$


KTG & Thermodynamics

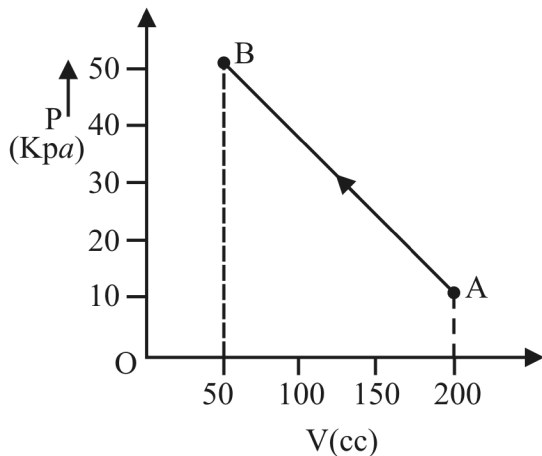
2. The pressure of a gas changes linearly with volume from A to B as shown in figure. If no heat is supplied to or extracted from the gas then change in the internal energy of the gas will be

किसी गैस का दाब, आयतन के साथ, रेखीय रूप से A से B तक परिवर्तित होता है, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है। यदि गैस को ना तो कोई ऊष्मा दी जाती है और ना ही इससे कोई ऊष्मा ली जाती है, तो गैस की आंतरिक ऊर्जा में हुआ परिवर्तन होगा:

MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



(1) 4.5 J

(2) -4.5 J

(3) 6 J

(4) zero

Question ID:366694550

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $\therefore \Delta Q = 0$

$$\Delta U = -W$$

$$= -\left[-\frac{1}{2} \times (50 + 10) \times 10^3 \times 150 \times 10^{-6} \right]$$

$$= 4.5 \text{ J}$$

Nuclear Physics

3. A free neutron decays into a proton but a free proton does not decay into neutron. This is because

(1) proton is charged particle

(2) neutron is a composite particle made of proton and an electron

(3) neutron is an uncharged particle

(4) neutron has a larger rest mass than proton

एक मुक्त न्यूट्रॉन, एक प्रोटॉन में क्षयित होता है, किन्तु एक मुक्त प्रोटॉन न्यूट्रॉन में क्षयित नहीं होता है। यह होता है, क्योंकि

(1) प्रोटॉन एक आवेशित कण है।

(2) न्यूट्रॉन एक संयोजित कण है जो कि एक प्रोटॉन एवं एक इलेक्ट्रॉन से मिलकर बना है।

(3) न्यूट्रॉन एक अनावेशित कण है।

(4) न्यूट्रॉन का विराम द्रव्यमान, प्रोटॉन के विराम द्रव्यमान से ज्यादा होता है।

Question ID:366694541

MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. As neutron has more rest mass than proton it will require energy to decay proton into neutron.

Simple Harmonic Motion

4. The maximum potential energy of a block executing simple harmonic motion is 25 J. A is amplitude of oscillation.

At $\frac{A}{2}$, the kinetic energy of the block is

सरल आवर्त गति करते हुए किसी गुटके की अधिकतम स्थितिज ऊर्जा 25 J है। यदि दोलन का आयाम A है तो $\frac{A}{2}$ पर गुटके की गतिज ऊर्जा है।

- (1) 12.5 J (2) 37.5 J (3) 18.75 J (4) 9.75 J

Question ID:366694552

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $u_{\max} = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2 = 25J$

$$KE \text{ at } \frac{A}{2} = \frac{1}{2} mv_1^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 \left(A^2 - \frac{A^2}{4} \right)$$

$$KE = \frac{1}{2} m\omega^2 \frac{3A^2}{4} = \frac{3}{4} \left(\frac{1}{2} m\omega^2 A^2 \right)$$

$$KE = \frac{3}{4} \times 25 = 18.75J$$

Electromagnetic Waves

5. Spherical insulating ball and a spherical metallic ball of same size and mass are dropped from the same height.

Choose the correct statements out of the following {Assume negligible air friction}

- (1) Time taken by them to reach the earth's surface will be independent of the properties of their materials
(2) Insulating ball will reach the earth's surface earlier than the metal ball
(3) Metal ball will reach the earth's surface earlier than the insulating ball
(4) Both will reach the earth's surface simultaneously.

समान आकार एवं समान द्रव्यमान वाले एक कुचालक गोले एवं एक धात्विक गोलाकार गेंद को समान ऊँचाई से गिराया जाता है।

निम्न में से सही विकल्प चुनें (माना वायु का घर्षण नगण्य है)

- (1) पृथ्वी के तल तक पहुँचने में उनके द्वारा लिया गया समय, उनके पदार्थों के गुणों पर निर्भर नहीं करेगा।
(2) कुचालक गेंद, पृथ्वी के तल पर धात्विक गेंद से पहले पहुँचेगी।
(3) धात्विक गेंद, पृथ्वी के तल पर, कुचालक गेंद से पहले पहुँचेगी।



(4) दोनों, पृथ्वी के तल पर एक साथ पहुंचेंगे।

Question ID:366694557

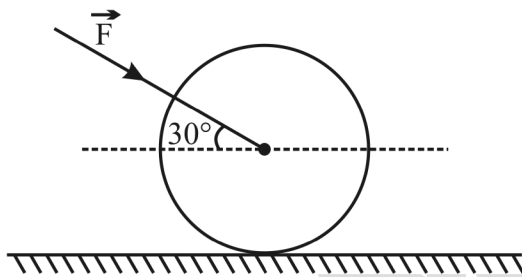
Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. Magnetic field lines of earth cut in the case of conductor and develop eddy current which oppose the motion of conductor

Rotation

6. As shown in figure, a 70 kg garden roller is pushed with a force of $\vec{F} = 200\text{N}$ at an angle of 30° with horizontal. The normal reaction on the roller is (Given $g = 10\text{ m s}^{-2}$)

चित्र में दर्शाये अनुसार, एक 70 kg द्रव्यमान वाले बगीचे के रॉलर को क्षैतिज से 30° के कोण पर, $\vec{F} = 200\text{N}$ के बल के साथ धकेला जाता है। रॉलर पर अभिलम्ब प्रतिक्रिया का मान है: (दिया है; $g = 10\text{ m s}^{-2}$)



(1) 800 N

(2) 600 N

(3) $800\sqrt{2}\text{N}$

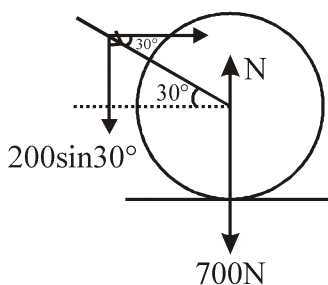
(4) $200\sqrt{3}\text{N}$

Question ID:366694544

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $N = 200 \sin 30^\circ + 700$

$N = 800\text{ Newton}$



Electromagnetic Induction

7. A rod with circular cross-section area 2 cm^2 and length 40 cm is wound uniformly with 400 turns of an insulated wire. If a current of 0.4 A flows in the wire windings, the total magnetic flux produced inside

windings is $4\pi \times 10^{-6}\text{ Wb}$. The relative permeability of the rod is

MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



(Given : Permeability of vacuum $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$)

2 cm² वृत्ताकार अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाली एवं 40 cm लम्बी एक छड़ पर, कुचालक परत चढ़े तार के 400 घेरे एकसमान रूप से लपेटे जाते हैं। यदि तार की कुंडली में 0.4 A की धारा प्रवाहित होती है, एवं घेरों के अन्दर कुल चुम्बकीय फ्लक्स का मान $4\pi \times 10^{-6} \text{ Wb}$ है, तो छड़ की आपेक्षिक चुम्बकशीलता है:

(दिया है, निर्वात की चुम्बकशीलता $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ NA}^{-2}$)

- (1) 125 (2) $\frac{32}{5}$ (3) $\frac{5}{16}$ (4) 12.5

Question ID:366694554

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $\phi = NBA$

$$(4\pi \times 10^{-6}) = 400[\mu_r \mu_0 ni](2 \times 10^{-4})$$

$$(4\pi \times 10^{-6}) = 400 \left[\mu_r \times 4\pi \times 10^{-7} \times \frac{400}{0.4} \times 0.4 \right] \times 2 \times 10^{-4}$$

$$\mu_r = \frac{5}{16}$$

Gravitation

8. At a certain depth "d" below surface of earth, value of acceleration due to gravity becomes four times that of its value at a height 3R above earth surface. Where R is Radius of earth (Take R = 6400 km). The depth d is equal to

पृथ्वी के तल से नियत गहराई "d" पर, गुरुत्वीय त्वरण का मान, पृथ्वी के तल से 3R ऊँचाई पर इसके मान का चार गुना हो जाता है, जहाँ R पृथ्वी की त्रिज्या है। गहराई d का मान है: (यदि R = 6400 km)

- (1) 4800 km (2) 640 km (3) 5260 km (4) 2560 km

Question ID:366694548

Ans. Official Answer NTA (1)

Sol. $g_d = \frac{GM}{R^3}(R - d)$ (depth variation)

$$g_h = \frac{GM}{(R + h)^2} \quad \text{(h above surface)}$$

$$g_d = 4 g_h$$



$$\frac{GM}{R^3}(R-d) = 4 \frac{GM}{(R+3R)^2}$$

$$R-d = \frac{R}{4}$$

$$d = \frac{3R}{4}$$

$$d = 4800 \text{ km}$$

Electromagnetic Waves

9. If a source of electromagnetic radiation having power 15 kW produces 10^{16} photons per second, the radiation belongs to a part of spectrum is.

(Take Planck constant $h = 6 \times 10^{-34} \text{ Js}$)

- (1) Micro waves (2) Gamma rays (3) Radio waves (4) Ultraviolet rays

15 kW शक्ति वाला विद्युत चुम्बकीय विकिरण का एक स्रोत प्रति सेकण्ड 10^{16} फोटोन उत्पन्न करता है, स्पेक्ट्रम के जिस भाग से विकिरण संबंधित है, वह है: (प्लॉक नियतांक $h = 6 \times 10^{-34} \text{ Js}$)

- (1) सूक्ष्म तरंगे (2) गामा तरंगे (3) रेडियो तरंगे (4) पराबैंगनी किरणें

Question ID:366694558

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. Energy of one photon = $\frac{\text{Power}}{\text{Photon frequency}}$

$$E = hv = \frac{15 \times 10^3}{10^{16}}$$

$$v = \frac{15 \times 10^{-13}}{6 \times 10^{-34}} = 2.5 \times 10^{21}$$

So gamma Rays. Option 3

Fluid Mechanics

10. If 1000 droplets of water of surface tension 0.07 N/m, having same radius 1 mm each, combine to form a single drop. In the process the released surface energy is—

$$\left(\text{Take } \pi = \frac{22}{7} \right)$$

1mm त्रिज्या एवं 0.07 N/m पृष्ठ तनाव वाली पानी की 1000 बूंदें मिलकर एक बूंद बनाती है। इस प्रक्रम में मुक्त हुई पृष्ठ ऊर्जा

का मान है: $\left(\text{Take } \pi = \frac{22}{7} \right)$



(1) $9.68 \times 10^{-4} \text{ J}$

(2) $7.92 \times 10^{-6} \text{ J}$

(3) $7.92 \times 10^{-4} \text{ J}$

(4) $8.8 \times 10^{-5} \text{ J}$

Question ID:366694549

Ans. Official Answer NTA(3)

Sol. $1000 \times \frac{4\pi}{3} (1)^3 = \frac{4\pi}{3} R^3$

$R = 10 \text{ mm}$

$T \times 1000 \times 4\pi(10^{-3})^2 - T \times 4\pi(10 \times 10^{-3})^2 = \Delta E$

$\Delta E = 4 \times \pi \times 7 \times 10^{-2} [1000 - 100] \times 10^{-6}$

$\Delta E = 7.92 \times 10^{-4} \text{ J}$

Dual Nature of Radiation & Matter11. Given below are two statements : One is labelled as **Assertion A** and the other is labelled as **Reason R**.**Assertion A** : The beam of electrons show wave nature and exhibit interference and diffraction.**Reason R** : Davisson Germer Experimentally verified the wave nature of electrons.In the light of the above statements, choose the most **appropriate answer** from the options given below :

(1) Both A and R are correct but R is NOT the correct explanation of A.

(2) Both A and R are correct and R is the correct explanation of A

(3) A is correct but R is not correct.

(4) A is not correct but R is correct.

नीचे दो कथन दिए गए हैं: इनमें से एक को अभिकथन A से निरूपित किया गया है, एवं दूसरे को कारण R से निरूपित किया गया है।

अभिकथन A : इलेक्ट्रॉन तरंग प्रवृत्ति प्रदर्शित करते हैं, एवं इनका व्यतिकरण एवं विवर्तन होता है।

कारण R : डेविसन एवं जर्जर प्रयोग ने यह सिद्ध किया था कि इलेक्ट्रॉन तरंग प्रवृत्ति भी प्रदर्शित कर सकते हैं।

उपरोक्त कथनों के आलोक में, नीचे दिए गए विकल्पों में से सर्वाधिक उपयुक्त उत्तर चुनें।

(1) A एवं R दोनों सही है, किन्तु R, A की सही व्याख्या नहीं है।

(2) A एवं R दोनों सही हैं, एवं R, A की सही व्याख्या है।

(3) A सही है किन्तु R सही नहीं है।

(4) A सही नहीं है किन्तु R सही है।

Question ID:366694559

Ans. Official Answer NTA(2)

Sol. interference and diffraction show wave nature and wave nature Experimentally verified by Davisson Germer

**Magnetic Field & Force**

12. A bar magnet with magnetic moment 5.0 A m^2 is placed in parallel position relative to a magnetic field of 0.4 T . The amount of required work done in turning the magnet from parallel to antiparallel position relative to the field direction is _____.

5.0 A m^2 चुम्बकीय आघूर्ण वाली एक दण्ड चुम्बक, 0.4 T वाले चुम्बकीय क्षेत्र में इसके समानान्तर स्थिति में रखी है। चुम्बक को क्षेत्र की समानान्तर स्थिति से विपरीत-समानान्तर स्थिति तक घुमाने के लिए आवश्यक कार्य करने की मात्रा है:

- (1) 2J (2) 1 J (3) Zero (4) 4 J

Question ID:366694556

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. $W = \int \tau \cdot d\theta$

$$W = \int MB \sin \theta d\theta$$

$$W = \int_0^\pi MB \sin \theta d\theta$$

$$W = MB \times [-\cos]_0^\pi$$

$$W = 2 MB = 5 \times 0.4 \times 2 = 4 \text{ J}$$

Units & Dimensions

13. If R , X_L , and X_C represent resistance, inductive reactance and capacitive reactance. Then which of the following is dimensionless:

यदि R , X_L , एवं X_C क्रमशः प्रतिरोध, प्रेरकीय प्रतिघात एवं धारतीय प्रतिघात को निरूपित करते हैं। तो निम्न में से कौनसा विमा विहीन है ?

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

Question ID:366694547

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. $R = \text{Resistance}$

$$[X_L] = [R]$$

$$[X_C] = [R]$$

So, $\frac{R}{\sqrt{X_L X_C}}$ is dimensionless.

**KTG & Thermodynamics**

14. The correct relation between $\gamma \frac{c_p}{c_v}$ and temperature T is :

$\gamma \frac{c_p}{c_v}$ एवं तापमान T का सही संबंध है:

- (1) $\gamma \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$ (2) $\gamma \propto T^0$ (3) $\gamma \propto T$ (4) $\gamma \propto \frac{1}{T}$

Question ID:366694551

Ans. Official Answer NTA(2)

Sol. $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$

At low temperature (T), γ is independent of T.

Wave Optics

15. Two polaroid A and B are placed in such a way that the pass-axis of polaroids are perpendicular to each other. Now, another polaroid C is placed between A and B bisecting angle between them. If intensity of unpolarized light is I_0 then intensity of transmitted light after passing through polaroid B will be :

दो पोलैरॉइड A एवं B इस प्रकार रखे हैं। कि उनके पारित-अक्ष एक-दूसरे के लम्बवत् है। अब कोई अन्य पोलैरॉइड C, A एवं B के बीच में उनके कोणीय द्विभाजक पर रखा जाता है। यदि अधुवित प्रकाश की आवृत्ति I_0 है, तो पोलैरॉइड B से निर्गत होने के बाद प्रकाश की आवृत्ति होगी:

- (1) $\frac{I_0}{8}$ (2) $\frac{I_0}{4}$ (3) $\frac{I_0}{2}$ (4) शून्य

Question ID:366694560

Ans. Official Answer NTA(1)

Sol. $I_A = \frac{I_0}{2}$

$$I_C = \frac{I_0}{2} \cos^2 45 = \frac{I_0}{4}$$

$$I_B = I_C \cos^2 45 = \frac{I_0}{8}$$

Semiconductors

16. The effect of increase in temperature on the number of electrons in conduction band (n_c) and resistance of a semiconductor will be as:

MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



- (1) Both n_c and resistance increase
- (2) Both n_c and resistance decrease
- (3) n_c decreases, resistance increases
- (4) n_c increases, resistance decreases

किसी अर्द्धचालक के प्रतिरोध एवं चालन बैंड (कंडक्शन बैंड) में इलेक्ट्रॉनों की संख्या (n_c) पर तापमान वृद्धि का प्रभाव निम्नवत होता है:

- (1) n_c एवं प्रतिरोध दोनों बढ़ते हैं।
- (2) n_c एवं प्रतिरोध दोनों घटते हैं।
- (3) n_c घटता है, प्रतिरोध बढ़ता है।
- (4) n_c बढ़ता है, प्रतिरोध घटता है।

Question ID:366694542

Ans. Official Answer NTA (4)

Sol. As temperature increases, more electron excite to conduction band and hence conductivity increases, therefore resistance decreases.

Kinematics (Motion in a Plane)

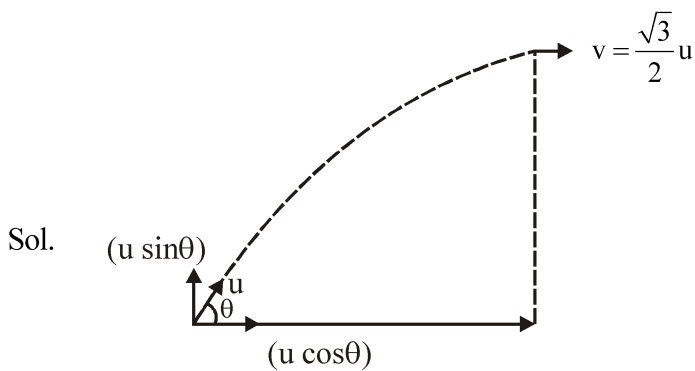
17. The initial speed of a projectile fired from ground is u . At the highest point during its motion, the speed of projectile is $\frac{\sqrt{3}}{2}u$. The time of flight of the projectile is :

धरातल से दागे (छोड़े) गए एक प्रक्षेप की प्रारम्भिक चाल u है। गति के दौरान अधिकतम ऊँचाई पर प्रक्षेप की चाल $\frac{\sqrt{3}}{2}u$ है। प्रक्षेप का उड़डयन काल है:

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

Question ID:366694546

Ans. Official Answer NTA (3)



Velocity of particle at the highest point

$$u \cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2} u$$

$$\cos \theta = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$T = \frac{2u \sin \theta}{g} \Rightarrow T = \frac{2u \sin 30}{g} \Rightarrow T = \frac{u}{g}$$

COM, Momentum & Collision

18. 100 balls each of mass m moving with speed v simultaneously strike a wall normally and reflected back with same speed, in time t s. The total force exerted by the balls on the wall is

v चाल से चल रही 100 गेंदें, जिनमें प्रत्येक का द्रव्यमान m है, ये एक दीवार से लम्बवत् रूप से एक साथ टकराती हैं, एवं t s समय में समान चाल से वापस उछलती हैं। गेंदों द्वारा दीवार पर लगाया गया कुल बल है:

- (1) $\frac{100mv}{t}$ (2) $\frac{200mv}{t}$ (3) $200 mvt$ (4) $\frac{mv}{100t}$

Question ID:366694545

Ans. Official Answer NTA (2)

Sol. For each ball $F = \frac{\Delta P}{\Delta t}$

$$F = \frac{mv - (-mv)}{t} = \frac{2mv}{t}$$

$$\text{For 100 balls } F_{\text{net}} = 100 \times \frac{2mv}{t} = \frac{200mv}{t}$$

Communication Systems

19. The amplitude of $15 \sin (1000\pi t)$ is modulated by $10 \sin (4\pi t)$ signal. The amplitude modulated signal contains frequency (ies) of
- A. 500 Hz
 - B. 2 Hz
 - C. 250 Hz
 - D. 498 Hz
 - E. 502 Hz

Choose the correct answer from the options given below :

- (1) A and B only
- (2) B only
- (3) A only
- (4) A, D and E only

$15 \sin (1000\pi t)$ का आयाम, $10 \sin (4\pi t)$ सिग्नल द्वारा मांडुलित किया जाता है। आयाम मांडुलित सिग्नल में आवृत्ति(याँ) होगी

- A. 500 Hz
- B. 2 Hz
- C. 250 Hz
- D. 498 Hz
- E. 502 Hz

नीचे दिए गए विकल्पों में सही उत्तर चुनें:

- (1) केवल A, एवं B
- (2) केवल B
- (3) केवल A
- (4) केवल A, D एवं E

Question ID:366694543

Ans. Official Answer NTA(4)

Sol. Frequencies in AM are

$$f_c, f_c + f_m, f_c - f_m$$

$$f_c = 500, f_m = 2$$

500, 498 and 502 are present

Current Electricity

20. The drift velocity of electrons for a conductor connected in an electrical circuit is V_d . The conductor is now replaced by another conductor with same material and same length but double the area of cross section. The applied voltage remains same. The new drift velocity of electrons will be

MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



किसी विद्युत परिपथ में जुड़े हुए एक चालक के इलेक्ट्रॉनों का अपवाह वेग V_d है। अब यह चालक, किसी दूसरे चालक द्वारा बदल दिया जाता है, जो कि समान पदार्थ से बना है एवं इसकी लम्बाई पहले वाले के समान किन्तु अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल दोगुना है। यदि आरोपित वोल्टेज समान रहता है, तो इलेक्ट्रॉनों का नया अपवाह वेग होगा:

(1) $2V_d$

(2) $\frac{V_d}{4}$

(3) V_d

(4) $\frac{V_d}{2}$

Question ID:366694553

Ans. Official Answer NTA (3)

Sol. $i = nAV_d e$

$$i_1 = \left(\frac{V}{R} \right)$$

$$i_2 = \left(\frac{2V}{R} \right)$$

$$\text{So, } \frac{i_1}{i_2} = \frac{1}{2} = \frac{(AV_d)_1}{(AV_d)_2} = \frac{V_d}{(V_d)_2} \times \left(\frac{1}{2} \right)$$

$$\frac{1}{2} \times \frac{V_d}{(V_d)_2} = \frac{1}{2}$$

$$\Rightarrow (V_d)_2 = V_d$$

Kinematics (Relative Motion)

21. The speed of a swimmer is 4 km h^{-1} in still water. If the swimmer makes his strokes normal to the flow of river of width 1 km, he reaches a point of 750 m down the stream on the opposite bank.

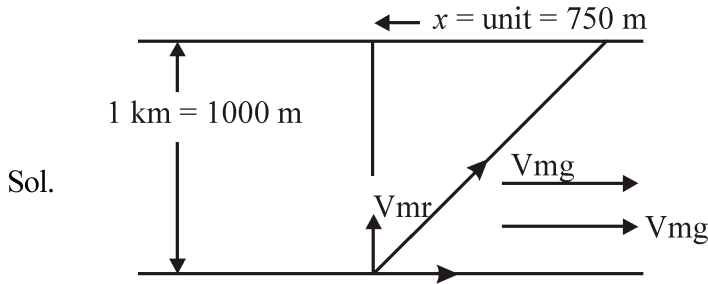
The speed of the river water is _____ km h^{-1} .

किसी स्थिर जल में, एक तैराक की गति 4 km h^{-1} है। यदि यह तैराक, 1 km चौड़ी नदी में, नदी के बहाव के लम्बवत तैरता है, तो वह दूसरी तरफ पहुँचने तक, बहाव के साथ 750 m दूर बिन्दु पर पहुँचता है।

नदी के जल की चाल _____ km h^{-1} है।

Question ID:366694564

Ans. Official Answer NTA (3)



time to cross the River width $t = 1000 \text{ m}$

$$t = \frac{1 \text{ km}}{4 \text{ km/h}}$$

$$\text{Drift } x = V_{m/g} \times t$$

Where $V_{m/g}$ is velocity of River w.r. to ground.

$$x = V_{m/g} \times \frac{1}{4} = 750 \text{ m} = \frac{3}{4} \text{ km}$$

$$V_{m/g} = 3 \text{ km/hr}$$

Electromagnetic Waves

22. In a medium the speed of light wave decreases to 0.2 times to its speed in free space. The ratio of relative permittivity to the refractive index of the medium is $x : 1$. The value of x is _____.

(Given speed of light in free space $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ and for the given medium $\mu_r = 1$)

किसी माध्यम में प्रकाश तरंग की चाल, मुक्त आकाश में इसकी चाल का 0.2 गुना है (माना $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)। तो माध्यम की आपेक्षित विद्युतशीलता एवं इसके अपवर्तनांक का अनुपात $x : 1$ है। x का मान _____ है।

(दिया है; मुक्त आकाश में प्रकाश की चाल $= 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ एवं माध्यम के लिए $\mu_r = 1$)

Question ID:366694570

Ans. Official Answer NTA (5)

$$\text{Sol. } V = \frac{c}{\mu} \Rightarrow \mu = \frac{c}{V} = \frac{c}{0.2c}$$

$$\boxed{\mu = 5}$$

$$\mu = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$$

$$\Rightarrow \epsilon_r = \frac{\mu^2}{\mu_r}$$

$$\therefore \frac{\epsilon_r}{\mu} = \frac{\mu}{\mu_r} = 5$$

Thermal Expansion

23. A thin rod having a length of 1 m and area of cross-section $3 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ is suspended vertically from one end. The rod is cooled from 210°C to 160°C . After cooling, a mass M is attached at the lower end of the rod such that the length of rod again becomes 1 m. The Young's modulus and coefficient of linear expansion of the rod are $2 \times 10^{11} \text{ N/m}^2$ and $10^{-5} \text{ /}^\circ\text{C}$ respectively.

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

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) Ph: 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



$3 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ अनुप्रस्थ काट क्षेत्रफल वाली 1m लम्बी पतली छड़, अपने एक सिरे से ऊर्ध्वाधर लटकी हुई है। छड़ को 210°C से 160°C तक ठंडा किया जाता है। ठंडा करने के बाद एक द्रव्यमान M, छड़ के निचले सिरे पर इस प्रकार लगाया जाता है कि छड़ की लम्बाई पुनः 1 m हो जाती है। छड़ का यंग गुणांक एवं रेखीय प्रसार गुणांक क्रमशः $2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ और $2 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ हैं। M का मान _____ kg है।

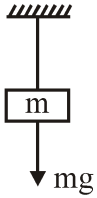
(यदि $g = 10 \text{ ms}^{-2}$)

Question ID:366694565

Ans. Official Answer NTA (60)

Sol. As $\frac{\Delta \ell}{\ell} = \alpha \Delta T \Rightarrow \frac{\Delta \ell}{\ell} = 2 \times 10^{-5} \times (210 - 160)$

$$\frac{\Delta \ell}{\ell} = 2 \times 10^{-5} \times 50 = 10^{-3}$$



As young modulus $y = \frac{F}{A} \times \frac{\ell}{\Delta \ell}$

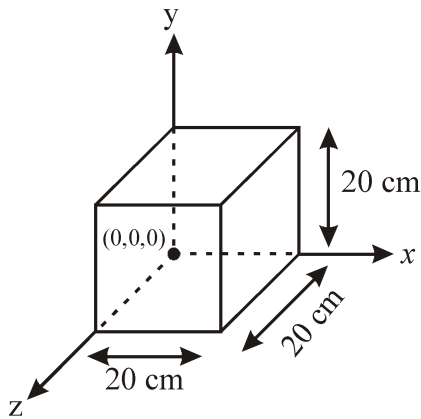
So, $2 \times 10^{11} = \frac{mg}{3 \times 10^{-6}} \times 10^3 \Rightarrow \frac{2 \times 10^{11} \times 3 \times 10^{-6} \times 10^{-3}}{10} = m \Rightarrow m = 60 \text{ kg}$

Electrostatics

24. Expression for an electric field is given by $\vec{E} = 4000x^2 \hat{i} \frac{\text{V}}{\text{m}}$. The electric flux through the cube of side 20 cm when placed in electric field (as shown in the figure) is _____ V cm.

किसी विद्युत क्षेत्र का व्यंजक $\vec{E} = 4000x^2 \hat{i} \frac{\text{V}}{\text{m}}$ है। 20 cm भुजा वाले घन से गुजरने वाला वैद्युत फ्लक्स (चित्र में दर्शाये

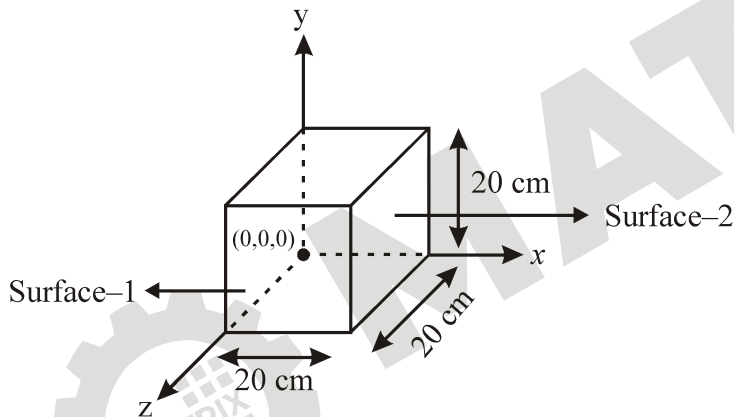
अनुसार) _____ V cm है।



Question ID:366694567

Ans. Official Answer NTA (640)

Sol.



Flux through all surfaces except surface 1 & 2 will be 0 hence net flux will be due to only surface 1 & 2

$$\phi = \phi_1 + \phi_2$$

$$\phi_1 = EA \cos 0^\circ = 0 \times A \times 1 = 0 \quad \{\because x = 0 \Rightarrow E = 0\}$$

$$\phi_2 = EA \cos 0^\circ = 4000 \times (0.2)^2 \times (0.2)^2 \times 1 = 6.4 \text{ Vm}$$

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 = 0 + 6.4 \text{ Vm} = 640 \text{ Vcm}$$

Kinematics (Motion in a Straight Line)

25. A lift of mass $M = 500 \text{ kg}$ is descending with speed of 2 ms^{-1} . Its supporting cable begins to slip thus allowing it to fall with a constant acceleration of 2 ms^{-2} . The kinetic energy of the lift at the end of fall through a



distance of 6 m will be _____ kJ.

$M = 500 \text{ kg}$ द्रव्यमान की एक लिफ्ट, 2 ms^{-1} की चाल से नीचे उतर रही है। इसको आधार प्रदान करने वाली रस्सी जब फिसलना प्रारम्भ करती है, तो यह 2 ms^{-2} के स्थिर त्वरण से गिरने लगती है। गिरने की समाप्ति पर 6m की दूरी तय करने के बाद लिफ्ट की गतिज ऊर्जा _____ kJ होगी।

Question ID:366694563

Ans. Official Answer NTA (7)

Sol. $u = 2\text{m/s}$

$$a = 2\text{m/s}^2$$

$$s = 6\text{m}$$

$$v = ?$$

$$v^2 = u^2 + 2as$$

$$v^2 = 4 + 2 \times 2 \times 6$$

$$= 28$$

$$\text{So KE} = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 500 \times 28\text{J}$$

$$= 7000 \text{ J}$$

$$= 7 \text{ kJ}$$

Alternating Current

26. An inductor of 0.5 mH , a capacitor of $20\mu\text{F}$ and resistance of 20Ω are connected in series with a 220 V ac source. If the current is in phase with the emf, the amplitude of current of the circuit is $\sqrt{x}\text{A}$. The value of x is-
 0.5 mH के एक प्रेरक, $20\mu\text{F}$ के एक संधारित्र एवं 20Ω के एक प्रतिरोध को श्रेणी क्रम में एक 220 V के प्रत्यावर्ती धारा स्रोत से जोड़ा जाता है। यदि धारा, emf (विद्युत वाहक बल) की समान कला में है, तो परिपथ में धारा का आयाम $\sqrt{x}\text{A}$ है। x का मान _____ है।

Question ID:366694569

Ans. Official Answer NTA (242)

Sol. As the current is in lase with emf the circuit is in resonance so

$$i_{\text{rms}} = \frac{V_{\text{rms}}}{R} = \frac{220}{20} = 11\text{A}$$

$$\text{as } i_0 = \sqrt{2}i_{\text{rms}} = \sqrt{2} \times 11 = \sqrt{242}$$

Atomic Structure

27. For hydrogen atom λ_1 and λ_2 are the wavelengths corresponding to the transitions 1 and 2 respectively as

MATRIX JEE ACADEMY

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

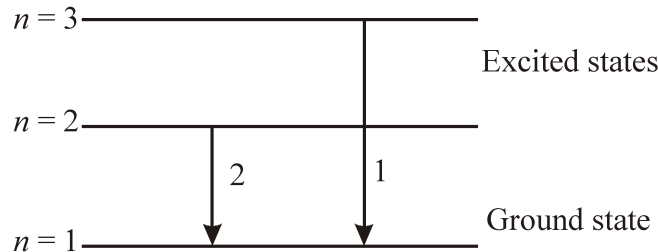
Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



shown in figure. The ratio of λ_1 and λ_2 is $\frac{x}{32}$. The value of x is _____.

हाइड्रोजन परमाणु के लिए λ_1 एवं λ_2 संक्रमण 1 एवं 2 के संगत तरंगदैर्घ्य हैं, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। λ_1 एवं λ_2 का

अनुपात $\frac{x}{32}$ है। x का मान _____ है।



Question ID:366694561

Ans. Official Answer NTA (27)

Sol.
$$\frac{1}{\lambda} = RZ^2 \left[\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right]$$

$$\frac{1}{\lambda_1} = RZ^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right] = \frac{8}{9} RZ^2 \quad \dots(1)$$

$$\frac{1}{\lambda_2} = RZ^2 \left[\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2} \right] = \frac{3}{4} RZ^2 \quad \dots(2)$$

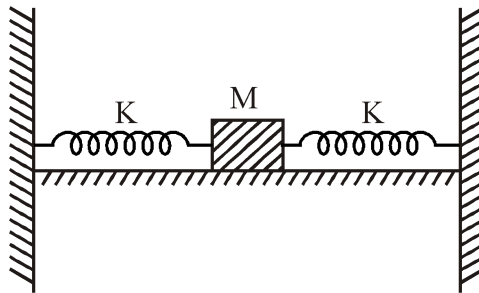
$$\frac{1}{2} \Rightarrow \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{8}{9} \times \frac{4}{3} = \frac{32}{27}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{27}{32}$$

Simple Harmonic Motion

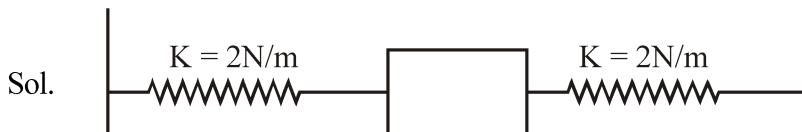
28. In the figure given below, a block of mass $M = 490$ g placed on a frictionless table is connected with two springs having same spring constant ($K = 2\text{Nm}^{-1}$). If the block is horizontally displaced through ' X ' m then the number of complete oscillations it will make in 14π seconds will be _____.

नीचे दिए गए चित्र में, $M = 490$ g द्रव्यमान का एक गुटका एक घर्षणरहित मेज पर रखा है, एवं समान स्प्रिंग नियतांक ($K = 2\text{N m}^{-1}$) वाली दो स्प्रिंगों से जुड़ता है। यदि गुटके को ' X ' m की क्षैतिज दूरी से विस्थापित किया जाता है, तो 14π सेकंड में इसके द्वारा पूर्ण किए गए दोलों की संख्या _____ होगी।



Question ID:366694566

Ans. Official Answer NTA (20)



$$K_{\text{eff}} = K + K \text{ as both springs are in use in parallel}$$

$$= 2$$

$$= 2 \times 2 = 4 \text{ N/m} \quad m = 490 \text{ gm}$$

$$= 0.49 \text{ kg}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{K_{\text{eff}}}} = 2\pi \sqrt{\frac{0.49 \text{ kg}}{4}}$$

$$= 2\pi \sqrt{\frac{49}{400}} = 2\pi \frac{7}{20} = \frac{7\pi}{10}$$

No. of oscillation in the 14π is

$$N = \frac{\text{time}}{T} = \frac{14\pi}{7\pi/10} = 20$$

Rotation

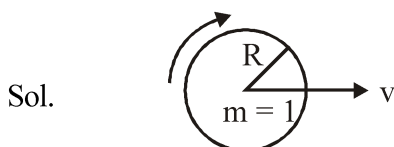
29. A solid sphere of mass 1 kg rolls without slipping on a plane surface. Its kinetic energy is 7×10^{-3} J. The speed of the centre of mass of the sphere is _____ cm s^{-1} .

1 kg द्रव्यमान वाला कोई एकसमान गोला किसी समतल धरातल पर बिना फिसले लुढ़क रहा है। इसकी गतिज ऊर्जा 7×10^{-3} J है।

गोले के द्रव्यमान केन्द्र की चाल _____ cm s^{-1} है।

Question ID:366694562

Ans. Official Answer NTA (10)

**MATRIX JEE ACADEMY**

Office : Piprali Road, Sikar (Raj.) | Ph. 01572-241911

Website : www.matrixedu.in ; Email : smd@matrixacademy.co.in



$$\text{K.E.} = \frac{1}{2} I \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{5} \right) M R^2 \omega^2 + \frac{1}{2} m v^2$$

$$\text{K.E.} = \frac{1}{5} m v^2 + \frac{1}{2} m v^2 \quad (\because v = R \omega)$$

$$\frac{(2+5) m v^2}{10} = \text{KE} \Rightarrow \frac{7}{10} \times 1 \times v^2 = 7 \times 10^{-3} \Rightarrow v^2 \sqrt{10^{-2}} \Rightarrow v = \frac{1}{10} \text{ m/s} \Rightarrow v = 10 \text{ cm/s}$$

Current Electricity

30. Two identical cells, when connected either in parallel or in series gives same current in an external resistance 5Ω . The internal resistance of each cell will be _____ Ω .

दो एकसमान सेलों को चाहें श्रेणी क्रम में जोड़ा जाए या पार्श्व क्रम में, यह 5Ω के एक बाह्य प्रतिरोध में समान धारा प्रवाहित करते हैं। प्रत्येक सेल का आन्तरिक प्रतिरोध _____ Ω होगा।

Question ID:366694568

Ans. Official Answer NTA (5)

Sol. $\epsilon_{\text{series}} = \epsilon_1 + \epsilon_2 = 2\epsilon$

$$r_{\text{series}} = r_1 + r_2 = 2r$$

$$\epsilon_{\text{parallel}} = \frac{\frac{\epsilon_1}{r_1} + \frac{\epsilon_2}{r_2}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}} = \epsilon$$

$$\text{And } r_{\text{parallel}} = \frac{r}{2}$$

$$\Rightarrow \frac{2\epsilon}{2r+5} = \frac{\epsilon}{\frac{r}{2}+5}$$

$$\Rightarrow r+10 = 2r+5 \Rightarrow r = 5 \Omega$$