

Paper-2
JEE Advanced, 2017

Part I: Physics

Read the instructions carefully:

General:

1. This sealed booklet is your Question Paper. Do not break the seal till you are instructed to do so.
2. The question paper CODE is printed on the left hand top corner of this sheet and the right hand top corner of the back cover of this booklet.
3. Use the Optical Response Sheet (ORS) provided separately for answering the questions.
4. The paper CODE is printed on its left part as well as the right part of the ORS. Ensure that both these codes are identical and same as that on the question paper booklet. If not, contact the invigilator.
5. Blank spaces are provided within this booklet for rough work.
6. Write your name and roll number in the space provided on the back cover of this booklet.
7. After breaking the seal of the booklet at 2:00 pm, verify that the booklet contains 36 pages and that all the 54 questions along with the options are legible. If not, contact the invigilator for replacement of the booklet.
8. You are allowed to take away the Question Paper at the end of the examination.

Optical Response Sheet

9. The ORS (top sheet) will be provided with an attached Candidate's Sheet (bottom sheet). The Candidate's Sheet is a carbon – less copy of the ORS.
10. Darken the appropriate bubbles on the ORS by applying sufficient pressure. This will leave an impression at the corresponding place on the Candidate's Sheet.
11. The ORS will be collected by the invigilator at the end of the examination.
12. You will be allowed to take away the Candidate's Sheet at the end of the examination.
13. Do not tamper with or mutilate the ORS. Do not use the ORS for rough work.

14. Write your name, roll number and code of the examination center, and sign with pen in the space provided for this purpose on the ORS. Do not write any of these details anywhere else on the ORS. Darken the appropriate bubble under each digit of your roll number.

Darken the Bubbles on the ORS

15. Use a Black Ball Point Pen to darken the bubbles on the ORS.
16. Darken the bubble  completely.
17. The correct way of darkening a bubble is as: 
18. The ORS is machine – gradable. Ensure that the bubbles are darkened in the correct way.
19. Darken the bubbles only if you are sure of the answer. There is no way to erase or “un-darken” a darkened bubble.

SECTION – 1 : (Maximum Marks : 21)

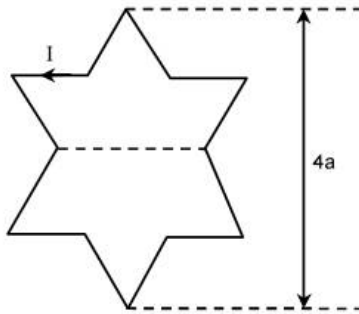
- This section contains **SEVEN** questions
- Each question has **FOUR** options (A), (B), (C) and (D). **ONLY ONE** of these four options is correct.
- For each question, darken the bubble corresponding to the correct option in the ORS.
- For each question, marks will be awarded in one of the following categories :
 Full Marks : +3 If only the bubble corresponding to the correct option is darkened.
 Zero Marks : 0 If none of the bubbles is darkened.
 Negative Marks : -1 In all other cases.

खंड 1 : (अधिकतम अंक : 21)

- इस खंड में सात प्रश्न हैं।
- प्रत्येक प्रश्न में चार विकल्प (A), (B), (C) तथा (D) हैं। जिनमें केवल एक विकल्प सही है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए ओ.आर.एस. पर सही उत्तर विकल्प के अनुरूप बुलबुले को काला करें।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए अंक निम्नलिखित परिस्थितियों में से किसी एक के अनुसार दिये जायेंगे :
- पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही विकल्प के अनुरूप बुलबुले को काला किया है।
 शून्य अंक : 0 यदि किसी भी बुलबुले को काला नहीं किया है।
 ऋण अंक : -1 अन्य सभी परिस्थितियों में।

1. A symmetric star shaped conducting wire loop is carrying a steady state current I as shown in the figure. The distance between the diametrically opposite vertices of the star is $4a$. The magnitude of the magnetic field at the center of the loop is :

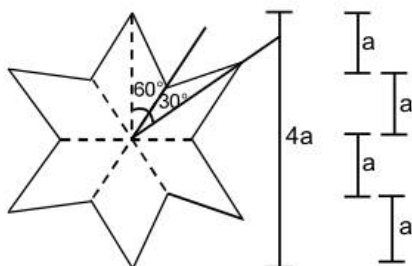
जैसे कि चित्रित किया गया है, एक सममित तारे (symmetric star) के आकार के चालक में अपरिवर्तित धारा I बह रही है। यहाँ विपरीत शीर्षों (diametrically opposite vertices) के बीच की दूरी $4a$ है। चालक के केन्द्र पर चुम्बकीय क्षेत्र का मान होगा



- (A) $\frac{\mu_0 I}{4\pi a} 6[\sqrt{3}-1]$ (B) $\frac{\mu_0 I}{4\pi a} 6[\sqrt{3}+1]$ (C) $\frac{\mu_0 I}{4\pi a} 3[2-\sqrt{3}]$ (D) $\frac{\mu_0 I}{4\pi a} 3[\sqrt{3}-1]$

Ans. (A)

Sol.



Total Magnetic Field

at centre = 12 times magnetic field due to one wire

केन्द्र पर कुल चुम्बकीय क्षेत्र = एक तार के कारण उत्पन्न चुम्बकीय क्षेत्र का 12 गुना

$$B = \frac{12\mu_0 I}{4\pi a} [\sin 60^\circ - \sin 30^\circ] = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \times 12 \left[\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \right]$$

$$\Rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \times 6(\sqrt{3} - 1)$$

2. Consider an expanding sphere of instantaneous radius R whose total mass remains constant. The expansion is such that the instantaneous density ρ remains uniform throughout the volume. The rate of fractional change in density $\left(\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} \right)$ is constant. The velocity v of any point on the surface of the expanding sphere is proportional to

एक प्रसारी गोले (expanding sphere) की तात्क्षणिक (instantaneous) त्रिज्या R एवं द्रव्यमान M अचर रहते हैं।

प्रसार के दौरान इसका तात्क्षणिक घनत्व ρ पूरे आयतन में एकसमान रहता है एवं आंशिक घनत्व की दर $\left(\frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} \right)$ अचर

(constant) है। इस प्रसारी गोले के पृष्ठ पर एक बिन्दु का वेग v निम्न के समानुपाती होगा

- (A) R^3 (B) R (C) $R^{2/3}$ (D) $\frac{1}{R}$

Ans. (B)

Sol. $m = \frac{4\pi R^3}{3} \times \rho$

$$\ln(m) = \ln\left(\frac{4\pi}{3}\right) + \ln(\rho) + 3\ln(R)$$

$$0 = 0 + \frac{1}{\rho} \frac{d\rho}{dt} + 3 \frac{dR}{R dt}$$

$$\Rightarrow \left(\frac{dR}{dt} \right) = v \propto -R \times \frac{1}{\rho} \left(\frac{d\rho}{dt} \right)$$

$$v \propto R$$

3. A person measures the depth of a well by measuring the time interval between dropping a stone and receiving the sound of impact with the bottom of the well. The error in his measurement of time is $\delta T = 0.01$ seconds and he measures the depth of the well to be $L = 20$ meters. Take the acceleration due to gravity $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ and the velocity of sound is 300 ms^{-1} . Then the fractional error in the measurement $\frac{\delta L}{L}$, is closest to :

एक व्यक्ति एक पत्थर को कुएँ में गिराते समय और कुएँ की तली में सघट से उत्पन्न ध्वनि के समय अंतराल का मापन करके कुएँ की गहराई का पता लगाता है। वह समयांतराल के मापन में त्रुटि $\delta T = 0.01$ सेकेंड एवं कुएँ की गहराई $L = 20 \text{ m}$ मापता है। गुरुत्वाकर्षण त्वरण $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ एवं ध्वनि गति 300 ms^{-1} दी गई है। $\frac{\delta L}{L}$ के मापन में निकटतम

आंशिक त्रुटि (fractional error) है

- (A) 0.2 % (B) 3% (C) 5% (D) 1%

Ans. (D)

Sol. $t = \sqrt{\frac{L}{g}} + \frac{L}{v}$

$$dt = \frac{1}{\sqrt{g}} \cdot \frac{1}{2} L^{-1/2} dL + \left(\frac{1}{v} dL \right)$$

$$dt = \frac{1}{2\sqrt{g}} \frac{1}{\sqrt{L}} dL + \frac{dL}{v} = 0.01$$

$$dL \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{300} \right) = 0.01$$

$$dL \left[\frac{15}{300} \right] = 0.01$$

$$dL = \frac{3}{16}$$

$$\frac{dL}{L} \times 100 = \frac{3}{16} \times \frac{1}{20} \times 100 = \frac{15}{16} \approx 1\%$$

4. A rocket is launched normal to the surface of the Earth, away from the Sun, along the line joining the Sun and the Earth. The Sun is 3×10^5 times heavier than the Earth and is at a distance 2.5×10^4 times larger than the radius of the Earth. The escape velocity from Earth's gravitational field is $v_e = 11.2 \text{ km s}^{-1}$. The minimum initial velocity (v_s) required for the rocket to be able to leave the Sun-Earth system is closest to : (Ignore the rotation and revolution of the Earth and the presence of any other planet)

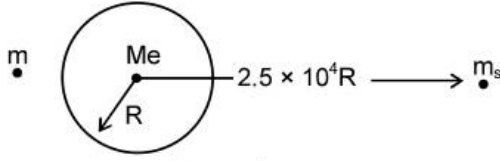
राकेट भूतल के अभिलंबवत सूर्य एवं पृथ्वी को जोड़ने वाली रेखा में सूर्य से दूरी की तरफ (radially outward from the direction of the sun) प्रक्षेपित किया गया है। सूर्य पृथ्वी से 3×10^5 गुना भारी है एवं पृथ्वी की त्रिज्या से 2.5×10^4 गुनी दूरी पर स्थित है। पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण क्षेत्र के लिए पलायन गति (escape velocity) 11.2 km s^{-1} है। राकेट को सूर्य एवं पृथ्वी निकाय (Sun-Earth system) के गुरुत्वाकर्षण से मुक्त होने के लिए कम से कम प्रारंभिक वेग (v_s) का निकटतम मान है

(पृथ्वी की चक्रीय गति और परिभ्रमण तथा किसी अन्य ग्रह की उपस्थिति की उपेक्षा करें)

- (A) $v_s = 72 \text{ km s}^{-1}$ (B) $v_s = 22 \text{ km s}^{-1}$ (C) $v_s = 42 \text{ km s}^{-1}$ (D) $v_s = 62 \text{ km s}^{-1}$

Ans. (C)

Sol.



Given दिया है $\sqrt{\frac{2GM_e}{R}} = 11.2 \text{ km/s}$

$$\frac{1}{2}mv^2 - \frac{GmM_e}{R} - \frac{GM_s m}{2.5 \times 10^4 R} \geq 0$$

for $v = v_e$ के लिये

$$v_e^2 = \frac{2GM_e}{R} + \frac{2GM_s}{2.5 \times 10^4 R}$$

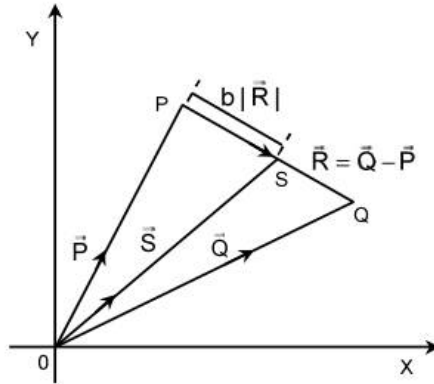
$$= \frac{2GM_e}{R} + \frac{6 \times 10^5 GM_e}{2.5 \times 10^4 R}$$

$$= \frac{GM_e}{R} (2 + 24)$$

$$= \sqrt{\frac{26GM_e}{R}} = 40.4 \text{ km/sec.}$$

5. Three vectors $\vec{P}$, $\vec{Q}$ and $\vec{R}$ are shown in the figure. Let S be any point on the vector $\vec{R}$. The distance between the point P and S is $b|\vec{R}|$. The general relation among vectors $\vec{P}$, $\vec{Q}$ and $\vec{S}$ is :

तीन वेक्टर $\vec{P}$, $\vec{Q}$ एवं $\vec{R}$ चित्र द्वारा दर्शाए गए हैं। वेक्टर $\vec{R}$ पर एक बिन्दु S दर्शाया गया है। बिन्दु P एवं बिन्दु S के बीच की दूरी $b|\vec{R}|$ है। $\vec{P}$, $\vec{Q}$ एवं $\vec{S}$ वेक्टरों के बीच सम्बन्ध है



- (A) $\vec{S} = (b-1)\vec{P} + b\vec{Q}$ (B) $\vec{S} = (1-b^2)\vec{P} + b\vec{Q}$ (C) $\vec{S} = (1-b)\vec{P} + b^2\vec{Q}$ (D) $\vec{S} = (1-b)\vec{P} + b\vec{Q}$

Ans. (D)

Sol. $\vec{S} = \vec{P} + b\vec{R} = \vec{P} + b(\vec{Q} - \vec{P}) = \vec{P}(1-b) + b\vec{Q}$

6. A photoelectric material having work-function ϕ_0 is illuminated with light of wavelength λ $\left(\lambda < \frac{hc}{\phi_0}\right)$. The fastest photoelectron has a de Broglie wavelength λ_d . A change in wavelength of the incident light by $\Delta\lambda$ results in a change $\Delta\lambda_d$ in λ_d . Then the ratio $\frac{\Delta\lambda_d}{\Delta\lambda}$ is proportional to :

प्रकाश विद्युत पदार्थ (photo electric material) जिसका कार्य फलन (work-function) ϕ_0 है, तरंग-दैर्घ्य λ $\left(\lambda < \frac{hc}{\phi_0}\right)$ के प्रकाश से प्रदीप्त किया गया है। द्रुत प्रकाश इलेक्ट्रॉन की डी ब्रोग्ली (de Broglie) तरंग-दैर्घ्य λ_d है। आपतित प्रकाश (incident light) की तरंग-दैर्घ्य में $\Delta\lambda$ के परिवर्तन से λ_d के मान में $\Delta\lambda_d$ का परिवर्तन होता है। तब $\frac{\Delta\lambda_d}{\Delta\lambda}$ का अनुपात समानुपाती होगा

- (A) $\frac{\lambda_d^3}{\lambda^2}$ (B) $\frac{\lambda_d^3}{\lambda}$ (C) $\frac{\lambda_d^2}{\lambda^2}$ (D) $\frac{\lambda_d}{\lambda}$

Ans. (A)

Sol. $\frac{hc}{\lambda} = W + KE_{\max}$

$$KE = \frac{p^2}{2m_e} = \frac{h^2}{2m_e\lambda_d^2}$$

$$\frac{hc}{\lambda} = \phi_0 + \frac{h^2}{2m_e\lambda_d^2}$$

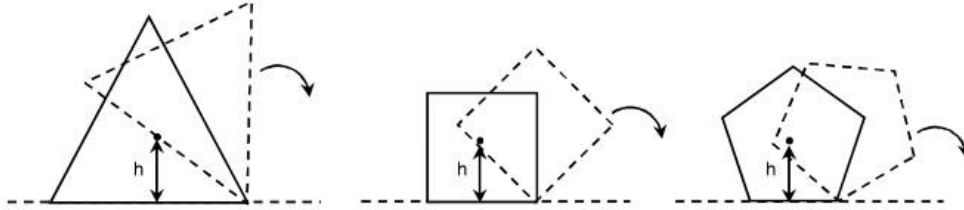
$$-\frac{hc}{\lambda^2}d\lambda = 0 + \frac{h^2}{2m_e} \frac{(-2)}{\lambda_d^3}d\lambda_d$$

$$\frac{d\lambda_d}{d\lambda} = \frac{2m_e\lambda_d^3}{h^2 \times \lambda^2} \cdot hc$$

$$\frac{d\lambda_d}{d\lambda} \propto \frac{\lambda_d^3}{\lambda^2}$$

7. Consider regular polygons with number of sides $n = 3, 4, 5, \dots$ as shown in the figure. The centre of mass of all the polygons is at height h from the ground. They roll on a horizontal surface about the leading vertex without slipping and sliding as depicted. The maximum increase in height of the locus of the center of mass for each polygon is Δ . Then Δ depends on n and h as

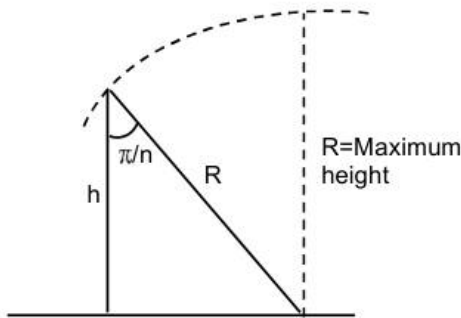
चित्र द्वारा दर्शाये समबहुभुजों की भुजाओं की संख्या $n = 3, 4, 5, \dots$ है। सभी बहुभुजों का संहति केन्द्र (centre of mass) अनुभूमिक तल से h ऊँचाई पर है। ये बिना फिसले क्षितिज तल पर प्रतिगामी शीर्ष (leading vertex) के चारों ओर घूर्णन कर अग्रसरित हो रहे हैं। प्रत्येक बहुभुज के संहति केन्द्र के रेखापथ (locus) की ऊँचाई की अधिकतम वृद्धि Δ है। तब Δ की h और n पर निर्भरता निम्न में से दी जाएगी



- (A) $\Delta = h \sin\left(\frac{2\pi}{n}\right)$ (B) $\Delta = h \tan^2\left(\frac{\pi}{2n}\right)$ (C) $\Delta = h \sin^2\left(\frac{\pi}{n}\right)$ (D) $\Delta = h \left[\frac{1}{\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)} - 1 \right]$

Ans. (D)

Sol.



$$\cos\left(\frac{\pi}{n}\right) = \frac{h}{R}$$

$$\Delta = R - h = \frac{h}{\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)} - h$$

$$= h \left[\frac{1}{\cos\left(\frac{\pi}{n}\right)} - 1 \right]$$

SECTION – 2 : (Maximum Marks : 28)

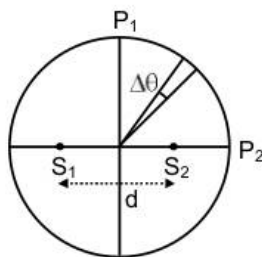
- This section contains **SEVEN** questions.
- Each question has **FOUR** options (A), (B), (C) and (D). **ONE OR MORE THAN ONE** of these four option(s) is(are) correct.
- For each question, darken the bubble(s) corresponding to all the correct option(s) in the ORS.
- For each question, marks will be awarded in one of the following categories :
Full Marks : +4 If only the bubble(s) corresponding to all the correct option(s) is(are) darkened.
Partial Marks : +1 For darkening a bubble corresponding to each correct option, provided NO incorrect option is darkened.
Zero Marks : 0 If none of the bubbles is darkened.
Negative Marks : -2 In all other cases.
- For example, if (A), (C) and (D) are all the correct options for a question, darkening all these three will get +4 marks; darkening only (A) and (D) will get +2 marks and darkening (A) and (B) will get -2 marks, as a wrong option is also darkened.

खंड 2 : (अधिकतम अंक : 28)

- इस खंड में सात प्रश्न हैं।
- प्रत्येक प्रश्न में चार उत्तर विकल्प (A), (B), (C) तथा (D) हैं। जिनमें से एक या एक से अधिक विकल्प सही हैं।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए ओ.आर.एस. पर सारे सही उत्तर (उत्तरों) के अनुरूप बुलबुले (बुलबुलों) को काला करें।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए अंक निम्नलिखित परिस्थितियों में से किसी एक के अनुसार दिये जायेंगे :
पूर्ण अंक : +4 यदि सिर्फ सही विकल्प (विकल्पों) के अनुरूप बुलबुले (बुलबुलों) को काला किया है।
आंशिक अंक : +1 प्रत्येक सही विकल्प के अनुरूप बुलबुले को काला करने पर, यदि कोई गलत विकल्प काला नहीं किया है।
शून्य अंक : 0 यदि किसी भी बुलबुले को काला नहीं किया है।
ऋण अंक : -2 अन्य सभी परिस्थितियों में
- उदाहरण : यदि एक प्रश्न के सारे सही उत्तर विकल्प (A), (C) तथा (D) हैं, तब इन तीनों के अनुरूप बुलबुलों को काले करने पर +4 अंक मिलेंगे ; सिर्फ (A) और (D) के अनुरूप बुलबुलों को काले करने पर +2 अंक मिलेंगे तथा (A) और (B) के अनुरूप बुलबुलों को काले करने पर -2 अंक मिलेंगे क्योंकि एक गलत विकल्प के अनुरूप बुलबुले को भी काला किया गया है।

8. Two coherent monochromatic point sources S_1 and S_2 of wavelength $\lambda = 600 \text{ nm}$ are placed symmetrically on either side of the center of the circle as shown. The sources are separated by a distance $d = 1.8 \text{ mm}$. This arrangement produces interference fringes visible as alternate bright and dark spots on the circumference of the circle. The angular separation between two consecutive bright spots is $\Delta\theta$. Which of the following options is/are correct ?

दो कलासंबंध एकवर्णी (coherent monochromatic) बिन्दु स्रोत S_1 तथा S_2 जिनकी तरंग दैर्घ्य $\lambda = 600 \text{ nm}$ हैं एक वृत्त के केन्द्र के दोनों ओर सममित अवस्था में स्थित हैं (जैसे चित्र में दिखाया गया है)। स्रोत S_1 एवं S_2 के बीच की दूरी $d = 1.8 \text{ mm}$ है। इस व्यवस्था द्वारा व्यतिकरण फ्रिन्जें (interference fringes) प्रतिवर्ती दीप्त एवं अदीप्त चित्तियों (spots) के रूप में एक वृत्त की परिधि पर दिखती हैं। $\Delta\theta$ दो क्रमागत दीप्त चित्तियों के बीच की कोणीय दूरी (angular separation between two consecutive bright spots) है। निम्न में से कौनसा (से) प्रकथन सही है/हैं ?

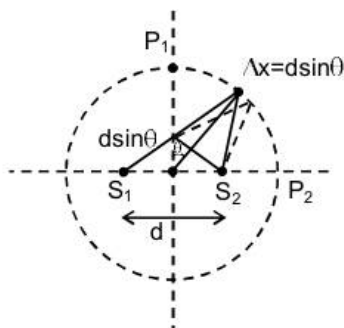


- (A) The total number of fringes produced between P_1 and P_2 in the first quadrant is close to 3000
 (B) A dark spot will be formed at the point P_2
 (C) At P_2 the order of the fringe will be maximum
 (D) The angular separation between two consecutive bright spots decreases as we move from P_1 to P_2 along the first quadrant

- (A) P_1 एवं P_2 के बीच के प्रथम वृत्तपाद (first quadrant) में कुल करीब 3000 फ्रिन्जे बनेगी।
 (B) P_2 पर एक अदीप्त बिन्दु बनेगा।
 (C) P_2 पर फ्रिन्जों का क्रम उच्चतम् होगा।
 (D) प्रथम वृत्तपाद में P_1 से P_2 तक जाने में दो क्रमागत दीप्त चित्तियों के बीच की कोणीय दूरी घटती है।

Ans. (AC)

Sol.



$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

$$\text{at } P_1 \quad \Delta x = 0$$

$$\text{at } P_2 \quad \Delta x = 1.8 \text{ mm} = n\lambda$$

$$\text{No. maximum will be } n = \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{1.8 \text{ mm}}{600 \text{ nm}} = 3000$$

$$\text{at } P_2 \quad \Delta x = 3000\lambda$$

hence bright fringe will be formed.

$$\text{at } P_2 \quad 3000^{\text{th}} \text{ maxima is formed.}$$

for 'D' option

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

$$d\Delta x = d \cos \theta \cdot d\theta$$

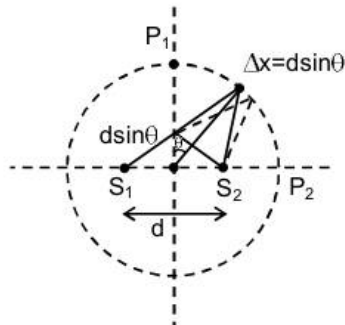
$$R\lambda = d \cos \theta \cdot R d\theta$$

$$R d\theta = \frac{R\lambda}{d \cos \theta}$$

as we move from P_1 to P_2

$$\theta \uparrow \cos \theta \downarrow R d\theta \uparrow$$

Sol.



$$\lambda = 600 \text{ nm}$$

$$P_1 \text{ पर } \Delta x = 0$$

$$P_2 \text{ पर } \Delta x = 1.8 \text{ mm} = n\lambda$$

$$\text{उच्चिष्ठों की संख्या } n = \frac{\Delta x}{\lambda} = \frac{1.8 \text{ mm}}{600 \text{ nm}} = 3000$$

$$P_2 \text{ पर } \Delta x = 3000\lambda$$

अतः चमकीली फ्रिंज बनेगी

$$P_2 \text{ पर } 3000^{\text{th}} \text{ उच्चिष्ठ बनता है.}$$

'D' विकल्प के लिये

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

$$d\Delta x = d \cos \theta \cdot d\theta$$

$$R\lambda = d \cos \theta \cdot R d\theta$$

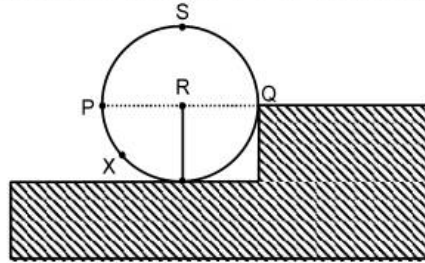
$$R d\theta = \frac{R\lambda}{d \cos \theta}$$

जैसे ही P_1 से P_2 की तरफ गति करते हैं तो

$$\theta \uparrow \cos \theta \downarrow R d\theta \uparrow$$

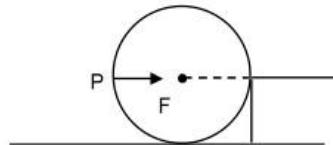
9. A wheel of radius R and mass M is placed at the bottom of a fixed step of height R as shown in the figure. A constant force is continuously applied on the surface of the wheel so that it just climbs the step without slipping. Consider the torque τ about an axis normal to the plane of the paper passing through the point Q . Which of the following options is/are correct ?

एक त्रिज्या R एवं द्रव्यमान M का पहिया (wheel) एक R ऊँचाई वाले दृढ़ सोपान (step) के तल पर रखा है (जैसे चित्र में दिखाया गया है)। पहिये को सोपान चढ़ाने मात्र के लिए एक अचर बल पहिये के पृष्ठपर सतत (continuous constant force) कार्यरत है। कागज के पृष्ठ से अभिलम्ब दिशा में (perpendicular to the plane of the paper) बिन्दु Q से जाने वाली अक्ष के सापेक्ष बलआघूर्ण τ मानिये। निम्न में से कौन(सा) से प्रकथन सही है/हैं ?

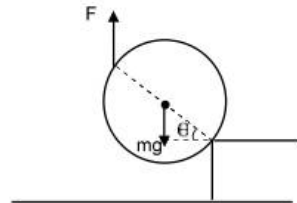


- (A) If the force is applied normal to the circumference at point P then τ is zero
 (B) If the force is applied tangentially at point S then $\tau \neq 0$ but the wheel never climbs the step
 (C) If the force is applied at point P tangentially then τ decreases continuously as the wheel climbs
 (D) If the force is applied normal to the circumference at point X then τ is constant
 (A) यदि बिन्दु P पर पहिये की परिधि से अभिलम्ब दिशा में बल लगाया जाय तब τ शून्य रहेगा।
 (B) यदि बिन्दु S पर स्पर्शीय बल लगाया जाए तब $\tau \neq 0$ है किन्तु पहिया सोपान पर कभी भी नहीं चढ़ेगा
 (C) यदि बिन्दु P पर स्पर्शीय बल (tangential force) लगाया जाए तब जैसे पहिया सोपान पर चढ़ेगा वैसे τ सतत घटेगा।
 (D) यदि बिन्दु X पर पहिये की परिधि से अभिलम्ब दिशा (normal direction) में बल लगाया जाए तब τ अचर रहेगा।
(C)

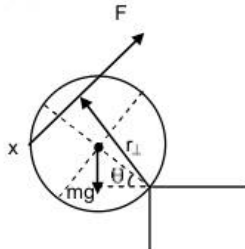
Ans.
Sol.



$\tau = 0$, it can never climb, so option (A) is incorrect.
 (B) Wheel can climb, so option (B) is incorrect.
 (C) $\tau = F(2R\cos\theta) - mgR\cos\theta$
 $\tau \propto \cos\theta$
 since when θ increases, τ decreases.
 So it's correct.

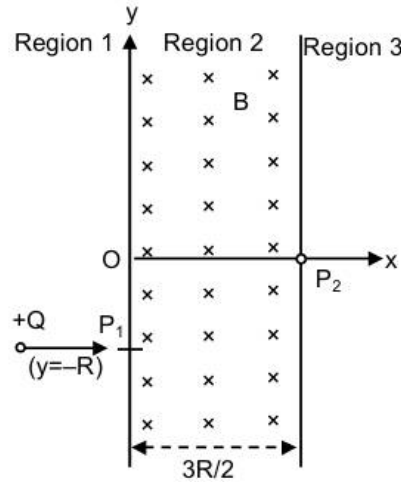


(D)



$$\tau = Fr_{\perp} - mg\cos\theta \quad ; \quad \tau \text{ increases with } \theta$$

10. A uniform magnetic field B exists in the region between $x = 0$ and $x = \frac{3R}{2}$ (region 2 in the figure) pointing normally into the plane of the paper. A particle with charge $+Q$ and momentum p directed along x -axis enters region 2 from region 1 at point P_1 ($y = -R$). Which of the following option(s) is/are correct ?
- एकसमान चुम्बकीय क्षेत्र (uniform magnetic field) B कागज के तल के अभिलम्ब दिशा में $x = 0$ एवं $x = \frac{3R}{2}$ के बीच के क्षेत्र (चित्र में region 2) में सर्वत्र (जैसे कि चित्र में दिखाया है), उपस्थित है। एक कण जिसका आवेश $+Q$ एवं संवेग p है, वह x अक्ष के अनुदिश क्षेत्र 2 में बिन्दु P_1 ($y = -R$) पर प्रवेश करता है। निम्न में कौन सा (से) कथन सही है/हैं?



- (A) When the particle re-enters region 1 through the longest possible path in region 2, the magnitude of the change in its linear momentum between P_1 and the farthest point from y -axis is $p/\sqrt{2}$.
- (B) For a fixed B , particles of same charge Q and same velocity v , the distance between the point P_1 and the point of re-entry into region 1 is inversely proportional to the mass of the particle.
- (C) For $B = \frac{8}{13} \frac{p}{QR}$, the particle will enter region 3 through the point P_2 on x -axis
- (D) For $B > \frac{2}{3} \frac{p}{QR}$, the particle will re-enter region 1.

(A) जब कण सबसे लम्बे सम्भवपथ से क्षेत्र 2 (region 2) से क्षेत्र 1 (region 1) में पुनः प्रवेश करता है, तब बिन्दु P_1 और y -अक्ष से सबसे दूर बिन्दु के लिए रेखिक संवेग के परिमाण में बदलाव $p/\sqrt{2}$ है

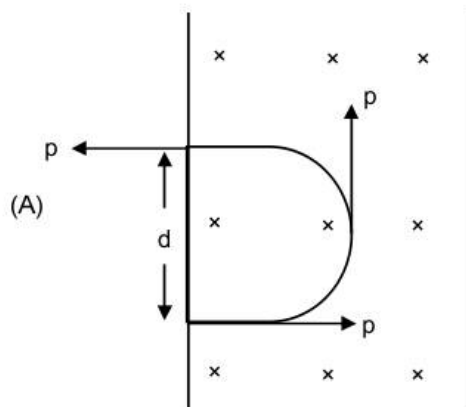
(B) एक नियत B के लिए एकसमान आवेश Q एवं एक समान वेग v वाले कणों के लिए बिन्दु P_1 एवं क्षेत्र 1 (region 1) में पुनः प्रवेश बिन्दु की दूरी का अंतर कणों के द्रव्यमान के व्युत्क्रमानुपाती है

(C) $B = \frac{8}{13} \frac{p}{QR}$ के लिए, कण क्षेत्र 3 (region 3) में x -अक्ष पर बिन्दु P_2 से प्रवेश करेगा

(D) $B > \frac{2}{3} \frac{p}{QR}$ के लिए, कण क्षेत्र 1 (region 1) में पुनः प्रवेश करेगा

Ans. (CD)

Sol.



$$|\Delta \vec{p}| = \sqrt{2}p$$

(B) $R' = \frac{mv}{QB}$

$$d = 2R' = \frac{2mv}{QB} \quad d \propto m$$

(C) $R'(1 - \cos\theta) = R$

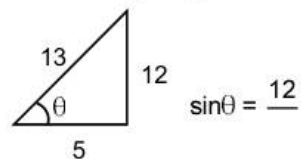
$$R' \sin\theta = \frac{3R}{2}$$

$$\frac{\sin\theta}{1 - \cos\theta} = \frac{3}{2}$$

$$\frac{2\sin\frac{\theta}{2}\cos\frac{\theta}{2}}{2\sin^2\frac{\theta}{2}} = \frac{3}{2}$$

$$\cot\frac{\theta}{2} = \frac{3}{2} \Rightarrow \tan\frac{\theta}{2} = \frac{2}{3}$$

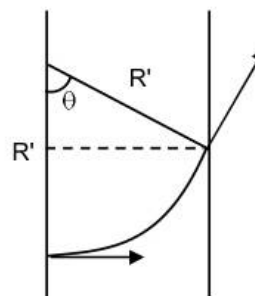
$$\Rightarrow \tan\theta = \frac{2\left(\frac{2}{3}\right)}{1 - \frac{4}{9}} = \frac{\frac{4}{3}}{\frac{5}{9}} = \frac{4}{3} \times \frac{9}{5} = \frac{12}{5}$$



$$R' \left(\frac{12}{13} \right) = \frac{3R}{2} ; R' = \frac{13R}{8} = \frac{P}{QB} ; B = \frac{8P}{13QR}$$

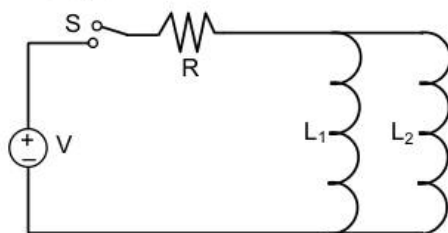
(D) $\frac{P}{QB} < \frac{3R}{2}$

$$B > \frac{2P}{3QR}$$



11. A source of constant voltage V is connected to a resistance R and two ideal inductor L_1 and L_2 through a switch S as shown. There is no mutual inductance between the two inductors. The switch S is initially open. At $t = 0$, the switch is closed and current begins to flow. Which of the following options is/are correct ?

दो आदर्श प्रेरक (ideal inductor) L_1 एवं L_2 और एक प्रतिरोध (resistance) R को एक अचल वोल्टता V के स्रोत से एक स्विच S द्वारा जोड़ा जाता है (जैसा चित्र में दिखाया गया है) L_1 एवं L_2 के बीच अन्योन्य प्रेरकत्व (mutual inductance) नहीं है। प्रारंभ में स्विच S खुला है। समय $t = 0$ पर स्विच बंद किया जाता है और धारा बहनी शुरू होती है। निम्न में कौनसा (से) प्रकथन सही है/हैं?



- (A) After a long time, the current through L_2 will be $\frac{V}{R} \frac{L_1}{L_1 + L_2}$
 (B) At $t = 0$, the current through the resistance R is $\frac{V}{R}$
 (C) After a long time, the current through L_1 will be $\frac{V}{R} \frac{L_2}{L_1 + L_2}$
 (D) The ratio of the currents through L_1 and L_2 is fixed at all times ($t > 0$)

- (A) दीर्घकाल के बाद L_2 में प्रवाहित धारा $\frac{V}{R} \frac{L_1}{L_1 + L_2}$ होगी
 (B) $t = 0$ पर प्रवाहित R में प्रवाहित धारा $\frac{V}{R}$ है
 (C) दीर्घकाल के बाद L_1 में प्रवाहित धारा $\frac{V}{R} \frac{L_2}{L_1 + L_2}$ होगी
 (D) L_1 एवं L_2 में प्रवाहित धारा का अनुपात हर समय ($t > 0$) नियत रहता है

Ans. (ACD)

Sol. (A) & (C) After long time current through $R = I = \frac{V}{R}$

बहुत अधिक समय पश्चात् R से गुजरने वाली धारा $= I = \frac{V}{R}$

and तथा $LI_1 = L_2I_2$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{L_2}{L_1}$$

$$I_1 = \frac{L_2 I}{L_1 + L_2} \quad I_2 = \frac{L_1 I}{L_1 + L_2} = \left(\frac{L_1}{L_1 + L_2} \right) \frac{V}{R}$$

(B) $t = 0$ $I = 0$

12. The instantaneous voltages at three terminals marked X, Y and Z are given by

तीन टर्मिनलों के बिन्दुओं X, Y एवं Z के लिए तात्क्षणिक वोल्टता (instantaneous voltage) दी गई है।

$$V_X = V_0 \sin \omega t,$$

$$V_Y = V_0 \sin \left(\omega t + \frac{2\pi}{3} \right) \text{ and}$$

$$V_Z = V_0 \sin \left(\omega t + \frac{4\pi}{3} \right)$$

An ideal voltmeter is configured to read rms value of the potential difference between its terminals. It is connected between points X and Y and then between Y and Z. The reading (s) of the voltmeter will be
एक आदर्श वोल्टमापी (ideal voltmeter) दो बिन्दुओं के विभवान्तर का आर एम एस (root mean square, V^{rms}) मान देता है। यह वोल्टमापी बिन्दु X एवं Y से जोड़ा जाता है फिर Y एवं Z से जोड़ा जाता है। इस वोल्टमापी का मापन होगा/होंगे।

$$(A) V_{XY}^{rms} = V_0 \sqrt{\frac{3}{2}}$$

$$(B) V_{YZ}^{rms} = V_0 \sqrt{\frac{1}{2}}$$

(C) independent of the choice of the two terminals (किसी भी दो बिन्दुओं के चयन पर निर्भर नहीं करता)

$$(D) V_{XY}^{rms} = V_0$$

Ans. (AC)

Sol. $V_{xy} = V_x - V_y = (V_{xy})_0 \sin (\omega t + \phi_1)$

$$(V_{xy})_0 = \sqrt{V_0^2 + V_0^2 - 2V_0^2 \cos \frac{2\pi}{3}} = \sqrt{3}V_0$$

$$(V_{xy})_{rms} = \frac{(V_{xy})_0}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}V_0$$

$$V_{yz} = V_y - V_z = (V_{yz})_0 \sin (\omega t + \phi_2)$$

$$(V_{yz})_0 = \sqrt{V_0^2 + V_0^2 - 2V_0^2 \cos \frac{2\pi}{3}} = \sqrt{3}V_0$$

$$(V_{yz})_{rms} = \frac{(V_{yz})_0}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}V_0$$

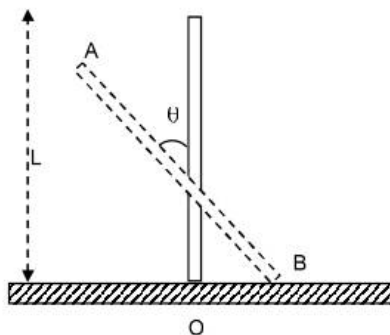
$$V_{xz} = V_x - V_z = (V_{xz})_0 \sin (\omega t + \phi_3)$$

$$(V_{xz})_0 = \sqrt{V_0^2 + V_0^2 - 2V_0^2 \cos \frac{4\pi}{3}} = \sqrt{3}V_0$$

$$(V_{xz})_{rms} = \frac{(V_{xz})_0}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{3}{2}}V_0$$

13. A rigid uniform bar AB of length L is slipping from its vertical position on a frictionless floor (as shown in the figure). At some instant of time, the angle made by the bar with the vertical is θ . Which of the following statements about its motion is/are correct ?

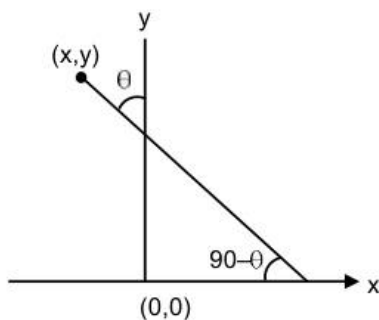
एक L लम्बाई का दृढ़ दंड (rigid bar) AB अपनी उर्ध्वाधर स्थिति से घर्षणहीन अनुभूमिक तल (frictionless horizontal surface) पर चित्रानुसार फिसल रहा है। समय के किसी क्षण पर दंड उर्ध्वाधर से बनाया कोण θ है। निम्न में से कौनसा (से) प्रकथन सही है/हैं ?



- (A) The trajectory of the point A is a parabola
 (B) Instantaneous torque about the point in contact with the floor is proportional to $\sin \theta$.
 (C) When the bar makes an angle θ with the vertical, the displacement of its midpoint from the initial position is proportional to $(1 - \cos \theta)$
 (D) The midpoint of the bar will fall vertically downward.
 (A) बिन्दु A का प्रपथ परवलयिक (parabolic path) है।
 (B) दंड और भूतल के स्पर्श बिन्दु के चारों तरफ तात्क्षणिक बलयाघूर्ण (Instantaneous torque) $\sin \theta$ के समानुपाती है।
 (C) जब दंड उर्ध्वाधर से θ कोण बनाता है तब दंड के मध्य बिन्दु का विस्थापन उसके आरंभिक स्थिति $(1 - \cos \theta)$ के समानुपाती है।
 (D) दंड का मध्य बिन्दु उर्ध्वाधर नीचे की ओर (vertically downward) गिरेगा।

Ans. (CD)

Sol.



$$x = -\frac{\ell}{2} \sin \theta$$

$$y = \ell \cos \theta$$

$$\frac{y^2}{\ell^2} + \frac{4x^2}{\ell^2} = 1$$

Path of A is ellipse A का पथ दीर्घ वृत्त है।

$$mg \frac{\ell}{2} \sin \theta = \left(\frac{m\ell^2}{12} + m \frac{\ell^2}{4} \sin^2 \theta \right) \alpha = \frac{m\ell^2}{12} (1 + 3 \sin^2 \theta) \alpha$$

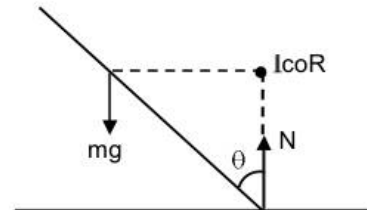
$$\alpha = \frac{6g \sin \theta}{\ell(1 + 3 \sin^2 \theta)}$$

$$\text{torque w.r.t. B के सापेक्ष बल आघूर्ण} = \frac{m\ell^2}{3} \alpha$$

$$= \frac{m\ell^2}{3} \left(\frac{6g \sin \theta}{1 + 3 \sin^2 \theta} \right)$$

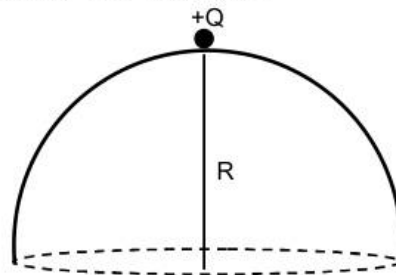
$$(c) y_{cm} = \frac{L}{2} (1 - \cos \theta)$$

(D) midpoint will fall vertically downwards मध्य बिन्दु ऊर्ध्वाधर नीचे की ओर गिरेगा।



14. A point charge +Q is placed just outside an imaginary hemispherical surface of radius R as shown in the figure. Which of the following statements is/are correct ?

धनात्मक बिन्दु आवेश +Q एक काल्पनिक अर्धगोलीय पृष्ठ जिसकी त्रिज्या R है, के बाहर रखा है (जैसा कि चित्र में दिखाया गया है) निम्न में से कौन सा (से) प्रकथन सही है/हैं ?



(A) Total flux through the curved and the flat surface is $\frac{Q}{\epsilon_0}$

(B) The component of the electric field normal to the flat surface is constant over the surface

(C) The circumference of the flat surface is an equipotential

(D) The electric flux passing through the curved surface of the hemisphere is $-\frac{Q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$

(A) वक्रित एवं समतल पृष्ठ से गुजरने वाला कुल फ्लक्स $\frac{Q}{\epsilon_0}$ है।

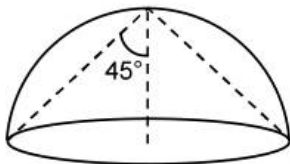
(B) विद्युत क्षेत्र का समतल पृष्ठ से अभिलम्बित घटक पूरे पृष्ठ पर अचल रहेगा।

(C) समतल पृष्ठ की परिधि एक समविभव पृष्ठ (equipotential surface) है।

(D) अर्धगोलीय वक्रित पृष्ठ से गुजरने वाले विद्युत फ्लक्स (electric flux) का मान $-\frac{Q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}} \right)$ है।

Ans. (CD)

Sol.



(A)

$$\phi \text{ total due to charge } Q \text{ is } = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

so ϕ through the curved and flat surface will be less than $\frac{Q}{\epsilon_0}$

$$\text{आवेश } Q \text{ के कारण कुल } \phi = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

अतः वक्र तथा समतल सतह से गुजरने वाला ϕ का मान $\frac{Q}{\epsilon_0}$ से कम होगा।

(B)

The component of the electric field perpendicular to the flat surface will decrease so we move away from the centre as the distance increases (magnitude of electric field decreases) as well as the angle between the normal and electric field will increase.

Hence the component of the electric field normal to the flat surface is not constant.

समतल सतह के लम्बवत् वैद्युत क्षेत्र का घटक घटेगा जब हम जैसे-जैसे केन्द्र से दूर जाते हैं दूरी बढ़ती है (वैद्युत क्षेत्र का परिमाण घटता है) साथ में अभिलम्ब व वैद्युत क्षेत्र के मध्य कोण बढ़ता है।

अतः समतल सतह के लम्बवत् वैद्युत क्षेत्र का घटक अचर नहीं है।

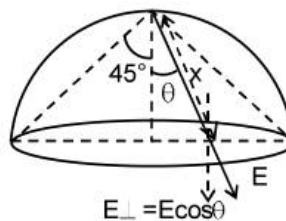
Aliter :

$$x = \frac{R}{\cos \theta}$$

$$E = \frac{KQ}{x^2} = \frac{KQ \cos^2 \theta}{R^2}$$

$$E_{\perp} = \frac{KQ \cos^3 \theta}{R^2}$$

As we move away from centre $\theta \uparrow \cos \theta \downarrow$ so $E_{\perp} \downarrow$
जैसे-जैसे हम केन्द्र से दूर जाते हैं $\theta \uparrow \cos \theta \downarrow$ so $E_{\perp} \downarrow$



(C)

Since the circumference is equidistant from 'Q' it will be equipotential $V = \frac{KQ}{\sqrt{2}R}$

चूंकि परिधि 'Q' से समान दूरी पर है अतः यह समविभव $V = \frac{KQ}{\sqrt{2}R}$ रखेगी।

(D)

$$\Omega = 2\pi(1 - \cos \theta); \theta = 45^\circ$$

$$\phi = -\frac{\Omega}{4\pi} \times \frac{Q}{\epsilon_0} = -\frac{2\pi(1 - \cos \theta)}{4\pi} \frac{Q}{\epsilon_0}$$

$$= -\frac{Q}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{2}}\right)$$

SECTION – 3 : (Maximum Marks : 12)

- This section contains **TWO** paragraphs.
- Based on each paragraph, there are **TWO** questions.
- Each question has **FOUR** options (A), (B), (C) and (D). **ONLY ONE** of these four options is correct.
- For each question, darken the bubble corresponding to the correct integer in the ORS.
- For each question, marks will be awarded in one of the following categories :
Full Marks : +3 If only the bubble corresponding to the correct answer is darkened.
Zero Marks : 0 In all other cases.

खंड 3 : (अधिकतम अंक : 12)

- इस खंड में दो अनुच्छेद हैं।
- प्रत्येक अनुच्छेद पर आधारित दो प्रश्न दिये गये हैं।
- प्रत्येक प्रश्न में चार विकल्प (A), (B), (C) तथा (D) हैं। जिनमें केवल एक विकल्प सही है।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए ओ. आर. एस. पर सही पूर्णांक के अनुरूप बुलबुले को काला करें।
- प्रत्येक प्रश्न के लिए अंक निम्नलिखित परिस्थितियों में से किसी एक के अनुसार दिये जायेंगे :
- पूर्ण अंक : +3 यदि सिर्फ सही उत्तर के अनुरूप बुलबुले को काला किया है।
- शून्य अंक : 0 अन्य सभी परिस्थितियों में

PARAGRAPH -1

अनुच्छेद-1

Consider a simple RC circuit as shown in figure 1.

Process 1 : In the circuit the switch S is closed at $t = 0$ and the capacitor is fully charged to voltage V_0 (i.e., charging continues for time $T \gg RC$). In the process some dissipation (E_D) occurs across the resistance R. The amount of energy finally stored in the fully charged capacitor is E_C .

Process 2 : In a different process the voltage is first set to $\frac{V_0}{3}$ and maintained for a charging time

$T \gg RC$. Then the voltage is raised to $\frac{2V_0}{3}$ without discharging the capacitor and again maintained for a time $T \gg RC$. The process is repeated one more time by raising the voltage to V_0 and the capacitor is charged to the same final voltage V_0 as in Process 1.

These two processes are depicted in figure 2.

एक साधारण RC परिपथ को देखिये, जैसा चित्र 1 (Figure 1) में दर्शाया गया है।

प्रक्रम 1 (Process 1): $t = 0$ पर स्विच S द्वारा परिपथ पूर्ण किया जाता है एवं संधारित्र पूर्ण रूप से वोल्टता V_0 से आवेशित हो जाता है ($T \gg RC$ समय तक आवेशण चलता रहता है) इस प्रक्रम में प्रतिरोध R के द्वारा कुछ विद्युत-ऊर्जा क्षय (energy dissipated) E_D होती है। पूर्ण रूप से आवेशित संधारित्र में संचित ऊर्जा (stored energy in a charged capacitor) का मान E_C है।

प्रक्रम 2 (Process 2) : एक अलग प्रक्रम में पहले $\frac{V_0}{3}$ वोल्टता को आवेशित समय $T \gg RC$ के लिए अनुरक्षित किया

जाता है और बिना संधारित्र आवेश विसर्जन के समय को $T \gg RC$ के लिए अनुरक्षित करके वोल्टता को $\frac{2V_0}{3}$ तक बढ़ाया जाता है। वोल्टता को V_0 तक बढ़ाने के लिए यह प्रक्रम एक और बार दोहराया जाता है। संधारित्र को अंतिम वोल्टता V_0 (जैसे कि प्रक्रम 1 में) तक आवेशित किया जाता है।

दोनों प्रक्रम चित्र 2 (figure 2) में दिखाया गए हैं।

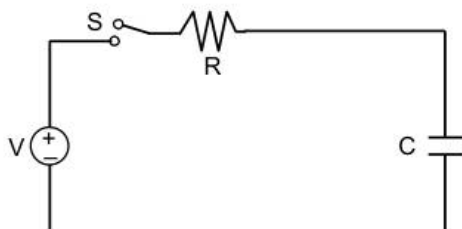


Figure 1

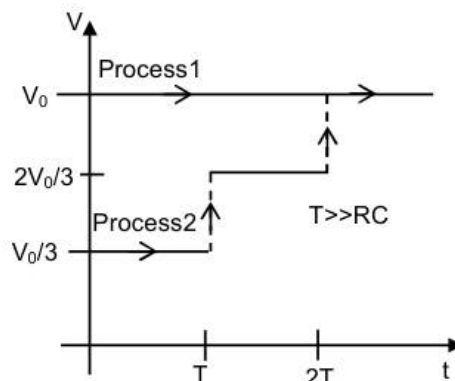


Figure 2

15. In process 1, the energy stored in the capacitor E_C and heat dissipated across resistance E_D are related by :

प्रक्रम 1, में संधारित्र में संचित ऊर्जा E_C और प्रतिरोध R द्वारा ऊर्जा क्षय E_D में सम्बन्ध है।

- (A) $E_C = \frac{1}{2}E_D$ (B) $E_C = E_D \ln 2$ (C) $E_C = 2E_D$ (D) $E_C = E_D$

Ans. (D)

Sol. $E_C = \frac{1}{2}CV_0^2$; $E_D = V_0CV_0 - \frac{1}{2}CV_0^2$

$$= \frac{1}{2}CV_0^2$$

$$\therefore E_C = E_D$$

16. In process 2, total energy dissipated across the resistance E_D is :

प्रक्रम 2 के दौरान प्रतिरोध के द्वारा कुल क्षय ऊर्जा E_D है।

(A) $E_D = 3 \left(\frac{1}{2}CV_0^2 \right)$ (B) $E_D = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2}CV_0^2 \right)$

(C) $E_D = 3CV_0^2$ (D) $E_D = \frac{1}{2}CV_0^2$

Ans. (B)

Sol.
$$E_{D_1} = \frac{V_0}{3} \left(\frac{CV_0}{3} \right) - \frac{1}{2} C \left(\frac{V_0}{3} \right)^2 = \frac{CV_0^2}{9} - \frac{CV_0^2}{18}$$

$$= \frac{CV_0^2}{18}$$

$$E_{D_2} = \frac{2V_0}{3} \left[\frac{2CV_0}{3} - \frac{CV_0}{3} \right] - \left[\frac{1}{2} C \left(\frac{2V_0}{3} \right)^2 - \frac{1}{2} C \left(\frac{V_0}{3} \right)^2 \right]$$

$$= \frac{2V_0}{3} \left[\frac{CV_0}{3} \right] - \frac{1}{2} C \left[\frac{4V_0^2}{9} - \frac{V_0^2}{9} \right]$$

$$= \left(\frac{2}{9} - \frac{1}{2 \times 9} \times 3 \right) CV_0^2 = \left(\frac{2}{9} - \frac{1}{6} \right) CV_0^2 = \left(\frac{12-9}{9 \times 6} \right) CV_0^2$$

$$E_{D_2} = \frac{1}{18} CV_0^2$$

$$E_{D_3} = V_0 \left[CV_0 - \frac{2CV_0}{3} \right] - \left[\frac{1}{2} CV_0^2 - \frac{1}{2} C \left(\frac{2V_0}{3} \right)^2 \right]$$

$$= \frac{1}{3} CV_0^2 - \frac{1}{2} CV_0^2 \left[1 - \frac{4}{9} \right]$$

$$= \left(\frac{1}{3} - \frac{5}{18} \right) CV_0^2 = \left(\frac{6-5}{18} \right) CV_0^2 = \left(\frac{1}{18} \right) CV_0^2$$

$$\text{Total कुल} = \left(\frac{1}{18} + \frac{1}{18} + \frac{1}{18} \right) CV_0^2$$

$$= \frac{3}{18} CV_0^2$$

$$E_D = \frac{3}{9} \left[\frac{1}{2} CV_0^2 \right] = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} CV_0^2 \right)$$

PARAGRAPH-2

अनुच्छेद-2

One twirls a circular ring (of mass M and radius R) near the tip of one's finger as shown in Figure-1. In the process the finger never loses contact with the inner rim of the ring. The finger traces out the surface of a cone, shown by the dotted line. The radius of the path traced out by the point where the ring and the finger is in contact is r . The finger rotates with an angular velocity ω_0 . The rotating ring rolls without slipping on the outside of a smaller circle described by the point where the ring and the finger is in contact (Figure-2). The coefficient of friction between the ring and the finger is μ and the acceleration due to gravity is g .

एक वृत्ताकार वलय (circular ring) (द्रव्यमान M एवं त्रिज्या R) एक उंगली के परितः ध्रुतघूर्णन करता है (जैसा चित्र 1 (Figure 1) में दर्शाया गया है)। इस प्रक्रम में उंगली वलय के अंतरिक पृष्ठ से हमेशा स्पर्श करती है। उंगली एक शंकु (cone) के पृष्ठ का अनुरेखित पथ का अनुसरण करती है जैसे की बिन्दुकित रेखा द्वारा दर्शाया गया है। उंगली एवं वलय के स्पर्श बिन्दु के अनुरेखित पथ की त्रिज्या r है। उंगली कोणीय वेग ω_0 से घूर्णन कर रही है। वलय r त्रिज्यावाले वृत्त के बाहरी पृष्ठ पर फिसलन रहित घूर्णन (rolls without slipping) करता है। जैसा चित्र 2 (Figure 2) में वलय एवं उंगली के स्पर्श बिन्दु द्वारा दर्शाया गया है। वलय एवं उंगली के बीच घर्षण गुणांक (coefficient of friction) μ , एवं गुरुत्वीय त्वरण g है।

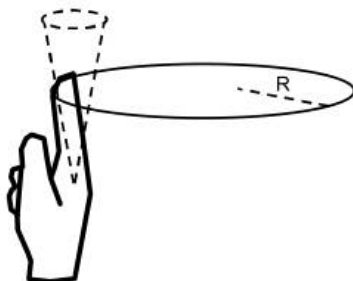


Figure-1

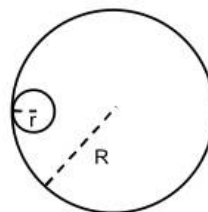


Figure-2

17. The total kinetic energy of the ring is :

वलय की कुल गतिज उर्जा है

(A) $\frac{1}{2} M \omega_0^2 (R-r)^2$ (B) $\frac{3}{2} M \omega_0^2 (R-r)^2$ (C) $M \omega_0^2 R^2$ (D) $M \omega_0^2 (R-r)^2$

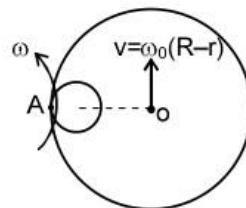
Ans. (D)

Sol. A will be IOR

$$\omega R = \omega_0 (R-r)$$

$$\omega = \omega_0 \left(\frac{R-r}{R} \right)$$

$$\text{K.E.} = \frac{1}{2} (2mR^2) \omega^2 = m \omega_0^2 (R-r)^2$$



18. The minimum value of ω_0 below which the ring will drop down is :

न्यूनतम ω_0 जिसके कम होते ही वलय गिर जायेगा, वह है

(A) $\sqrt{\frac{g}{\mu(R-r)}}$ (B) $\sqrt{\frac{g}{2\mu(R-r)}}$ (C) $\sqrt{\frac{3g}{2\mu(R-r)}}$ (D) $\sqrt{\frac{2g}{\mu(R-r)}}$

Ans. (A)