Resonance
Educating for better tomorrow

IIT-JEE 2012

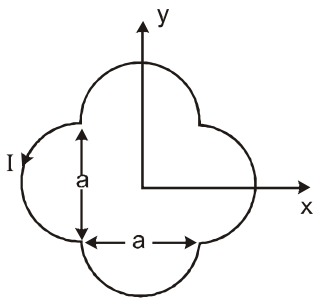
PAPER - 2

भाग - II : भौतिक विज्ञान

खण्ड - I : एकल सही उत्तर प्रकार

इस खण्ड में **8** बहुविकल्प प्रश्न है। हर प्रश्न के चार उत्तर विकल्प (A), (B), (C) और (D) है, जिनमें से एक ही सही है।

1. चित्र में दशाये अनुसार एक लूप x-y तल में है और उसमें धारा I बह रही है। एकाँक–सदिश $\hat{k}$ पष्ठ के लम्बवत् बाहर की ओर है। लूप का चुम्बकीय आघूर्ण है।



(A) $a^2I\hat{k}$ (B) $\left(\frac{\pi}{2}+1\right)a^2I\hat{k}$ (C) $-\left(\frac{\pi}{2}+1\right)a^2I\hat{k}$ (D) $(2\pi+1)a^2I\hat{k}$

Ans. **(B)**

Sol. क्षेत्रफल $\text{Area} = a^2 + 4\times\frac{\pi\left(\frac{a}{2}\right)^2}{2}$

$= a^2 + \frac{\pi a^2}{2}$

$A = \left(1+\frac{\pi}{2}\right) a^2\,\hat{k}$

Ans. (B)

2. पतली चादर से बने एकसमान बेलनाकार कोश (shell) के दोनों सिरे बंद हैं। उसमें आंशिक रूप से पानी भरा है। यह कोश आधी–डूबी अवस्था में पानी में ऊर्ध्वाधर (vertically) तैर रहा है। जिस पदार्थ से कोश निर्मित है उसका घनत्व पानी की तुलना में ρ_c है। सही प्रकथन चुनें।

(A) कोश आधे से अधिक भरा है, यदि ρ_c 0.5 से कम है।

(B) कोश आधे से अधिक भरा है, यदि ρ_c 1.0 से अधिक है।

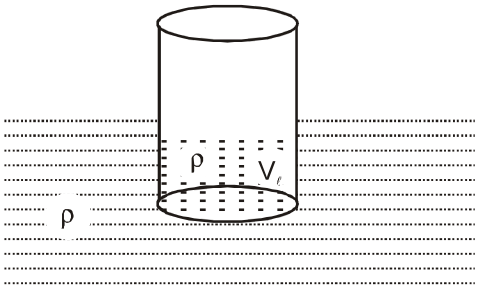
(C) कोश आधा भरा है, यदि ρ_c 0.5 से अधिक है।

(D) कोश आधे से कम भरा है, यदि ρ_c 0.5 से कम है।

Ans. **(D)**

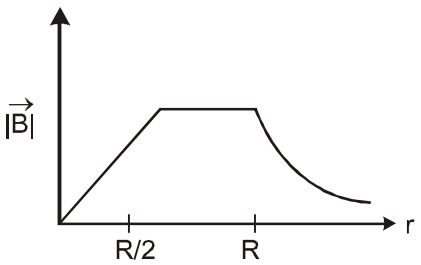
Sol. $mg + \rho \times V_\ell \times g = \frac{V_0}{2} \times \rho \times g$

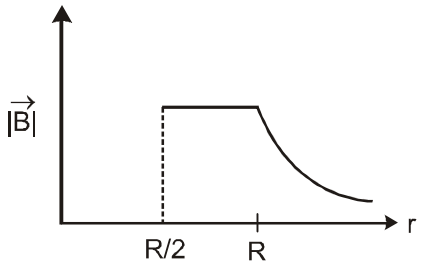
$V_\ell = \frac{V_0}{2} - \frac{m}{\rho}$

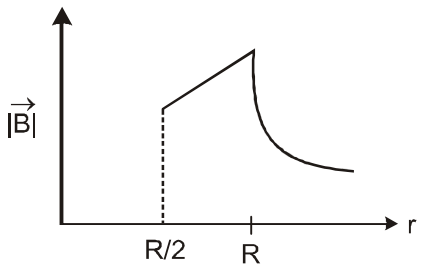


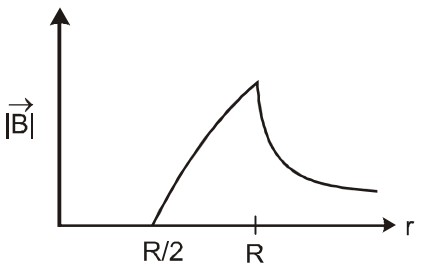
so अतः $V_\ell < \frac{V_0}{2}$

3. एक असीमित लम्बाई के खोखले (hollow) चालक-बेलन की आंतरिक –त्रिज्या R/2 और बाहरी–त्रिज्या R है। इसकी लम्बाई की दिशा में एकसमान धारा घनत्व है। इसके चुम्बकीय–क्षेत्र का मान $|\vec{B}|$ अक्ष से त्रिज्यीय दूरी r के साथ जिस प्रकार बदलता है उसका सर्वोत्तम वर्णन किस ग्राफ में है ?

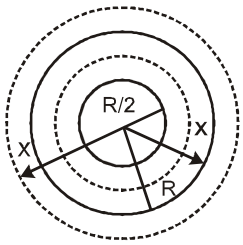
(A)


(B)


(C)


(D)


Ans. **(D)**

Sol.


Case-I $x < \frac{R}{2}$

$|B| = 0$

Case-II $\frac{R}{2} \le x < R$

$\int \vec{B}.d\vec{\ell} = \mu_0 I$

$$|B|\, 2\pi x = \mu_0 \left[\pi x^2 - \pi\left(\frac{R}{2}\right)^2 \right] J$$

$$|B| = \frac{\mu_0 J}{2x}\left(x^2 - \frac{R^2}{4} \right)$$

Case-III $x \geq R$

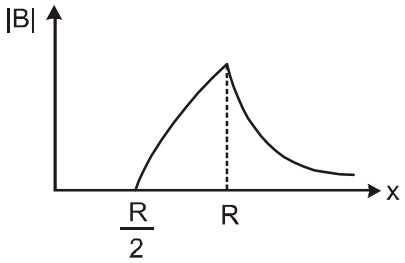
$\int \vec{B}.\, d\vec{\ell} = \mu_0 I$

$$|B|\, 2\pi x = \mu_0 \left[\pi R^2 - \pi\left(\frac{R}{2}\right)^2 \right] J$$

$$|B| = \frac{\mu_0 J}{2x}\ \frac{3}{2}\ R^2$$

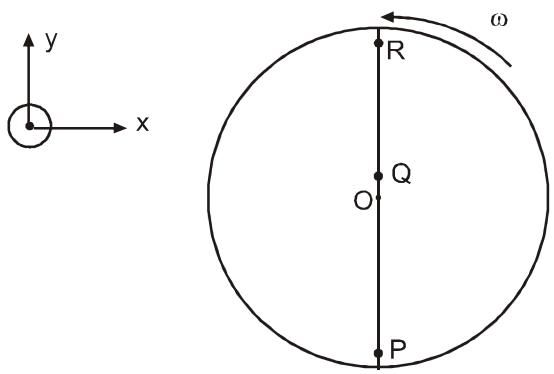
$$|B| = \frac{3\mu_0 J R^2}{8x}$$

so



4. एक डिस्क अपने केन्द्र O पर एक समान कोणीय चाल ω से घूम रही है। इसके व्यास के एक तरफ आच्छादित व दूसरी तरफ अन–आच्छादित क्षेत्र हैं (चित्र देखिए)। जब डिस्क चित्र में दर्शायी गई अवस्था में है तब दो कंकड़ P और Q एक ही समय पर y-z तल में R की तरफ एक कोण पर प्रक्षेपित किये जाते हैं। दोनों का वेग डिस्क के सापेक्ष बराबर है। मानें कि

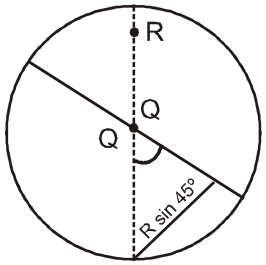
(i) डिस्क के $\frac{1}{8}$ चक्कर काटने से पहले कंकड़ डिस्क पर वापस आ गिरते हैं, (ii) उनका परास डिस्क की त्रिज्या के आधे से कम है, और (iii) ω वही बना रहता है। तब



(A) P आच्छादित क्षेत्र में गिरेगा; और Q अन–आच्छादित क्षेत्र में
(B) P अनआच्छादित क्षेत्र में गिरेगा ; और Q आच्छादित क्षेत्र में
(C) P और Q दोनों अन–आच्छादित क्षेत्र में गिरेंगे
(D) P और Q दोनों आच्छादित क्षेत्र में गिरेंगे

Ans. **(A)**

Sol.



कण P के अनआच्छादित भाग में गिरने के लिए इसके द्वारा तय क्षैतिज परास R sin 45° या (0.7 R) से अधिक होनी चाहिए लेकिन इसकी पास $\frac{R}{2}$ से कम है अतः यह आच्छादित भाग में गिरेगा।

Q लगभग मूल बिन्दु के पास है। इसका वेग लगभग QR के अनुदिश है। अतः यह अनआच्छादित भाग में गिरेगा।
अतः A है।

5. एक छात्र अनुनादी स्तम्भ का प्रयोग कर रहा है। स्तम्भ–नली का व्यास 4 cm और स्वरित्र–द्विभुज की आवत्ति 512 Hz है। वायु का तापमान 38°C है और उसमें ध्वनि की चाल 336 m/s है। मीटर–स्केल का शून्य स्तम्भ–नली के ऊपरी सिरे के ठीक सामने है। प्रथम अनुनाद की अवस्था में स्तम्भ–नली में पानी के स्तर का पाठ्यांक है ।

(A) 14.0 (B) 15.2 (C) 16.4 (D) 17.6

Ans. **(B)**

Sol. $\frac{V}{4(\ell + e)} = f$

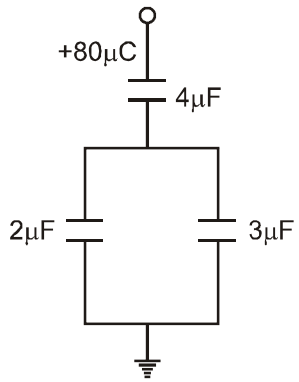
$\Rightarrow \ell + e = \frac{V}{4f}$

$\Rightarrow \ell = \frac{V}{4f} - e$

here यहाँ e = (0.6)r = (0.6) (2) = 1.2 cm

so $\ell = \frac{336 \times 10^2}{4 \times 512} - 1.2 = 15.2$ cm

6. दिये गये परिपथ में 4μf के संधारित्र की ऊपरी प्लेट पर +80 μC आवेश दिया जाता है। तब स्थिर अवस्था में, 3μF संधारित्र की ऊपरी प्लेट पर आवेश होगा



(A) +32 μC (B) +40 μC (C) +48 μC (D) +80 μC

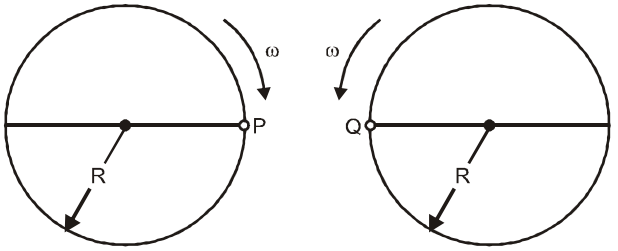
Ans. **(C)**

Sol. $q_3 = \frac{C_3}{C_2 + C_3}.Q$

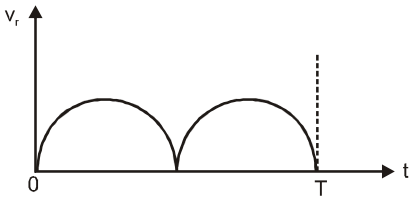
$q_3 = \frac{3}{3+2} \times 80 = \frac{3}{5} \times 80$

$= 48\ \mu C$

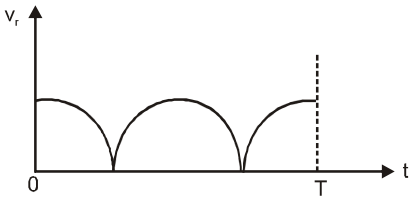
7. समान त्रिज्या R वाली दो एकसमान डिस्क अपनी धुरी पर एक समान व स्थिर कोणीय चाल ω से विपरीत दिशा में घूम रही हैं। डिस्क एक ही क्षैतिज तल में हैं। समय t = 0 पर बिन्दु P और Q चित्र में दर्शाये अनुसार आमने–सामने हैं। बिन्दु P और बिन्दु Q की आपेक्षिक चाल v_r को एक आवर्तनकाल (T) में देखें। तब v_r का समय के साथ परिवर्तन का किस ग्राफ में सर्वोत्तम वर्णन है ?



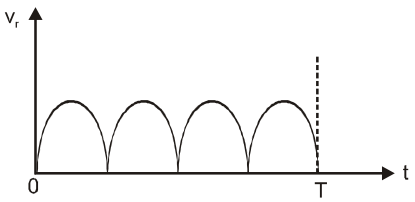
(A)



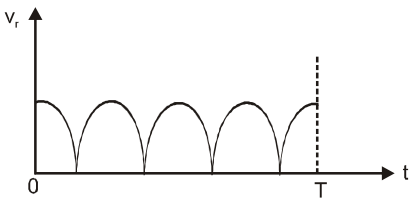
(B)



(C)

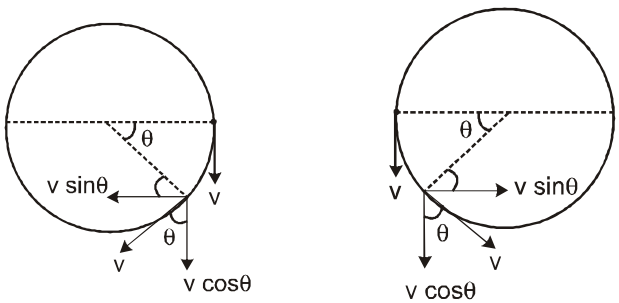


(D)

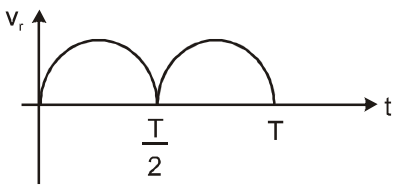


Ans. **(A)**

Sol.



$v_r = |2\ v \sin \theta)|$
$= |2v \sin \omega t)|$



8. एक रबर के गुब्बारे में दो मोल आदर्श हीलियम गैस 30° C पर है। गुब्बारा पूरी तरह फैल सकता है और उसमें फैलने में कोई ऊर्जा खर्च नहीं होती, ऐसा मान लें। गुब्बारे में गैस का तापमान धीरे–धीरे 35°C कर दिया जाता है, तब उसका तापमान बढ़ाने में खर्च हुई ऊष्मा लगभग कितनी है ? (R = 8.31 J/mol.K लें)

(A) 62J (B) 104 J (C) 124 J (D) 208 J

Ans. **(D)**

Sol. $\Delta Q = nC_P \Delta T$

$= 2\left(\frac{f}{2}R + R\right)\Delta T$

$= 2\left[\frac{3}{2}R + R\right] \times 5$

$= 2 \times \frac{5}{2} \times 8.31 \times 5$

$= 208\ J$

खण्ड - II : अनुच्छेद प्रकार

इस खण्ड में **3 अनुच्छेदों (Paragraphs) से सम्बन्धित 6 बहुविकल्प प्रश्न** हैं। जिन में से अनुच्छेद पर दो प्रश्न हैं। हर प्रश्न के चार उत्तर विकल्प (A), (B), (C) और (D) है, जिनमें से **केवल एक सही है।**

प्रश्न 9 से 10 के लिए अनुच्छेद

1900 के आसपास हुई खोज के अनुसार β - क्षय प्रक्रम वास्तव में न्यूटॉन (n)का क्षय होता है। प्रयोगशाला में पाया गया है कि न्यूटॉन के क्षय होने पर प्रोटॉन (p) तथा एक इलेक्ट्रॉन ($\bar{e}$) जनित होते है। इसलिये, न्यूटॉन क्षय को द्वि–पिंडी क्षय–प्रक्रम मानकर, सैद्धांतिक गणना से यह सिद्ध किया गया कि इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा का मान स्थिर रहना चाहिए। लेकिन प्रयोगों ने दिखाया कि इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा के मान का संतत स्पेक्ट्रम होता है। त्रि–पिंडी क्षय प्रक्रम मानकर, अर्थात $n \rightarrow p + \bar{e} + \bar{\upsilon}_e$,1930 के आसपास Pauli ने इलेक्ट्रॉन का देखा गया ऊर्जा स्पेक्ट्रम समझाया। प्रति–न्यूट्रिनों ($\bar{\upsilon}_e$) को द्रव्यमान रहित व नगण्य ऊर्जा का मान कर और न्यूट्रॉन को स्थिर मान कर , संवेग व ऊर्जा संरक्षण के नियम गणना में लगायें गये जिससे इलेक्टॉन की अधिकतम गतिज ऊर्जा को 0.8×10^6 eV आंका गया। प्रोटॉन की गतिज ऊर्जा केवल प्रतिक्षेप ऊर्जा है।

9. प्रति न्यूट्रीनों की अधिकतम ऊर्जा है।

(A) शून्य
(B) 0.8×10^6eV से बहुत कम
(B) लगभग 0.8×10^6eV
(D) 0.8×10^6eV से बहुत अधिक

Ans. **(C)**

Sol. KE_{max} of β^-

$Q = 0.8 \times 10^6$ eV

$KE_P + KE_{\beta^-} + KE_{\bar{\nu}} = Q$

KE_P (लगभग शून्य होगा)

जब $KE_{\beta^-} = 0$

तब $KE_{\bar{\nu}} = Q - KE_P$

$\cong Q$

10. यदि प्रति न्यूट्रिनों का द्रव्यमान शून्य न होकर, $3eV/c^2$ हो, (जहाँ c, प्रकाश की गति है)तब इलेक्ट्रॉन की गतिज ऊर्जा, K, का परास होगा

(A) $0 \le K \le 0.8 \times 10^6$ eV
(B) $0 \le K \le 0.8 \times 10^6$ eV
(C) $3.0eV \le K < 0.8 \times 10^6$ eV
(D) $0 \le K < 0.8 \times 10^6$ eV

Ans. **(D)**

Sol. $O \le KE_{\beta^-} \le Q - KE_P - KE_{\bar{\nu}}$

$O \le KE_{\beta^-} < Q$

प्रश्न 11 से 12 के लिए अनुच्छेद

अधिकतर पदार्थों का अपतवर्तनांक $n>1$ होता है। इसलिये जब कोई प्रकाश किरण वायु से किसी प्राकतिक पदार्थ में प्रवेश करती है तब, Snell's नियम $\frac{\sin\theta_1}{\sin\theta_2}=\frac{n_2}{n_1}$ के अनुसार, अपवर्तित किरण अभिलंब की तरफ झुकती है। लेकिन यह कभी भी अभिलंब के आपतित किरण वाले ओर से बाहर नहीं निकलती । विद्युत–चुम्बकत्व के अनुसार,किसी माध्यम का अपवर्तनांक $n=\left(\frac{c}{v}\right)=\pm\sqrt{\varepsilon_r\mu_r}$ होता है, जहाँ c विद्युत –चुम्बकीय तरंगों की निर्वात में चाल तथा v उनकी माध्यम में चाल है, ε_r व μ_r क्रमशः माध्यम की सापेक्ष विद्युतशीलता व चुंबकशीलता है। आम पदार्थों में ε_r व μ_r दोनों धनात्मक होते है, अर्थात माध्यम का n धनात्मक है। जब ε_r व μ_r दोनों ऋणात्मक हों तब हमें n का ऋणात्मक वर्गमूल लेना होगा। ऐसे ऋणात्मक n वाले पदार्थ अब अप्राकतिक रूप में तैयार किये जा सकते है। और उन्हें मैटा पदार्थ (meta-material) कहते हैं। वे बिल्कुल अलग तरह का प्रकाशिक गुणधर्म दर्शाते हैं, परन्तु भौतिक नियमों का उल्लघंन नहीं करते है। चूँकि n ऋणात्मक है, अपरिवर्तित प्रकाश की चलने की दिशा में परिवर्तन होता है। तथापि आम पदार्थों की तरह इन मैटा–पदार्थों में भी अपवर्तन पर प्रकाश की आवत्ति नहीं बदलती।

11. सही कथन चुनें।

(A) मैटा–पदार्थ में प्रकाश की गति $v=c|n|$ है

(B) मैटा–पदार्थ में प्रकाश की गति $v=\frac{c}{|n|}$ है

(C) मैटा–पदार्थ में प्रकाश की गति $v=c$ है

(D) मैटा–पदार्थ में प्रकाश की तंरगदैर्ध्य (λ_m) को $\lambda_m=\lambda_{air}|n|$ द्वारा दर्शा सकते है। जहाँ λ_{air} वायु में प्रकाश की तरंगदैर्ध्य है।

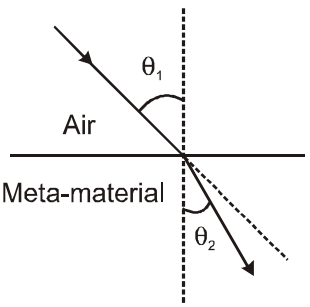
Ans. **(B)**

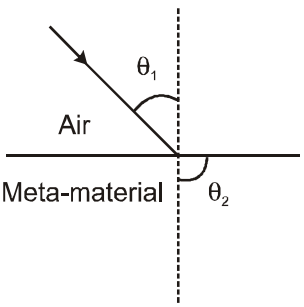
Sol. $n=\frac{c}{v}$

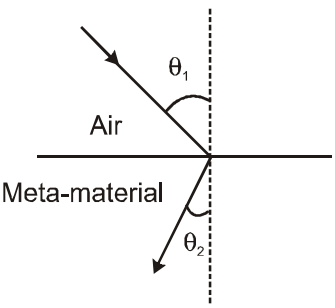
मेटा पदार्थ के लिए

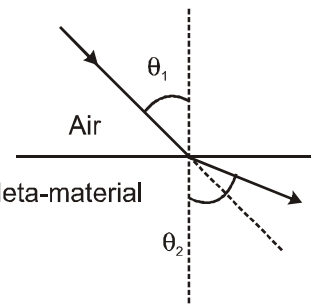
$v=\frac{c}{|n|}$

12. वायु (air) से मैटा पदार्थ पर आपतित प्रकाश-किरण के लिये उपयुक्त किरण-चित्र है

(A)


(B)


(C)


(D)


Ans. **(C)**

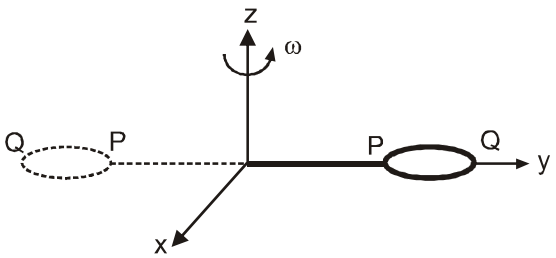
Sol. **(C)** मेटा पदार्थ का अपवर्तनांक ऋणात्मक है।

$\therefore$ (C) $\sin\theta_2 = \frac{n_1}{n_2}\sin\theta_1 \Rightarrow$ n_2 ऋणात्मक

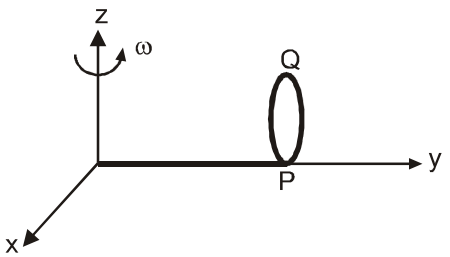
$\therefore$ θ_2 ऋणात्मक

प्रश्न 13 से 14 के लिए अनुच्छेद

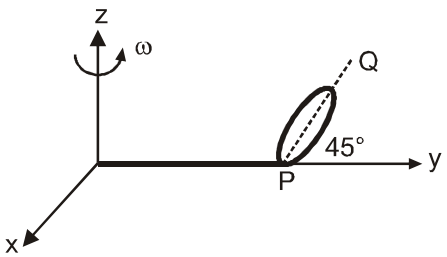
व्यापक रूप से किसी दढ़ पिण्ड की गति को हम दो अलग–अलग गतियों के संयुक्त रूप में देख सकते हैं : (i) उसके संहति–केन्द्र की किसी अक्ष के परितः गति, और (ii) उसके संहति–केन्द्र से गुजरने वाले किसी तात्क्षणिक–अक्ष के परितः उसकी गति। यह आवश्यक नहीं है कि दोनों अक्ष स्थिर हों। उदाहरण के लिए हम क्षैतिज तल में रखी एक समान डिस्क को लेते हैं जो अपनी परिधि पर पर एक द्रव्यमान रहित छड़ से दढ़ता से जुड़ी है (चित्र देखिये)। यह डिस्क–छड़ निकाय उद्गम के परितः ω कोणीय चाल से घर्षण–रहित क्षैतिज तल में घूम रहा है। तब किसी भी क्षण डिस्क की गति को दो भिन्न गतियों के अध्यारोपण के रूप में देख सकते हैं (i) डिस्क के संहति केन्द्र का z- अक्ष के सापेक्ष घूर्णन, और (ii) डिस्क का अपने संहति केन्द्र से गुजर रहे ऊर्ध्वाधर तात्क्षणिक–अक्ष पर घूर्णन (जो कि बिन्दुओं P और Q के आपस में स्थान बदलने के रूप में दिखता है)। इस उदाहरण में इन दोनों घूर्णनों की कोणीय चाल ω है।



अब चित्र में दर्शाये गये उसी प्रकार के निकाय के दो भिन्न स्वरूपों (cases) पर ध्यान दें। Case (a) : डिस्क का पष्ठ ऊर्ध्वाधर है और x-z तल के समांतर है ; Case (b) : डिस्क का पष्ठ x-y तल में 45° कोण बनाता है एवं उसका क्षैतिज व्यास x–अक्ष के समांतर है। दोनों cases में डिस्क बिन्दु P पर जड़ित है तथा यह निकाय z- अक्ष के परितः ω कोणीय चाल से घूर्णन करता है।



Case (a)



Case (b)

13. तात्क्षणिक–अक्ष (जो संहति–केन्द्र से गुजर रहा है) के परितः घूर्णन की कोणीय चाल के बारे में कौन सा प्रकथन सही है ?

(A) दोनों cases के लिये यह $\sqrt{2}\omega$ है।

(B) Case (a) के लिये यह ω है ; Case (b) के लिये यह $\frac{\omega}{\sqrt{2}}$ है।

(C) Case (a) के लिये यह ω है ; Case (b) के लिये यह $\sqrt{2}\omega$ है।

(D) दोनों cases के लिये यह ω है।

Ans. **(D)**

14. तात्क्षणिक–अक्ष (जो संहति–केन्द्र से गुजर रहा है) के बारे में कौन सा प्रकथन सही है ?
(A) यह दोनों cases के लिये ऊर्ध्वाधर है।
(B) Case (a) के लिये ऊर्ध्वाधर है ; Case (b) के लिये x-z तल से 45° कोण पर एवं डिस्क के पष्ठ में है।
(C) Case (a) के लिये क्षैतिज है ; Case (b) के लिये x-z तल से 45° कोण पर एवं डिस्क–पष्ठ के लम्बवत् है।
(D) Case (a) के लिये ऊर्ध्वाधर है ; Case (b) के लिये x-z तल से 45° कोण पर एवं डिस्क–पष्ठ के लम्बवत है।

Ans. **(A)**

खण्ड - III : बहुल सही उत्तर प्रकार

इस खण्ड में **6 बहुविकल्प प्रश्न** हैं। हर प्रश्न के चार उत्तर विकल्प (A), (B), (C) और (D) है, जिनमें से एक या अधिक सही है।

15. समान द्रव्यमान और समान त्रिज्या के दो ठोस बेलन P और Q एक जड़ आनत तल पर समान ऊँचाई से एक ही समय लुढ़कना शुरू करते हैं। बेलन P का अधिकतम द्रव्यमान उसकी सतह की ओर केन्द्रित है और बेलन Q का अधिकतम द्रव्यमान उसके अक्ष की ओर केन्द्रित है। तब कौन प्रकथन सही है/हैं ?
(A) दोनों बेलन एक साथ जमीन पर पहुँचेंगे।
(B) बेलन P का रेखीय त्वरण बेलन Q से ज्यादा है।
(C) दोनों बेलन जमीन पर समान स्थानांतरण गतिज–ऊर्जा के साथ पहुँचते हैं।
(D) बेलन Q जमीन पर ज्यादा कोणीय–गति से पहुँचता है।

Ans. **(D)**

Sol. $I_P > I_Q$

$$a_P = \frac{g\sin\theta}{I_P + mR^2}$$

$$a_Q = \frac{g\sin\theta}{I_Q + mR^2}$$

$a_P < a_Q \Rightarrow V = u + at \Rightarrow t \propto \frac{1}{a}$

$t_P > t_Q$

$V^2 = u^2 + 2as \Rightarrow v \propto a \Rightarrow V_P < V_Q$

स्थान्तरित गतिज ऊर्जा K.E. $= \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow TR\ KE_P < TR\ KE_Q$

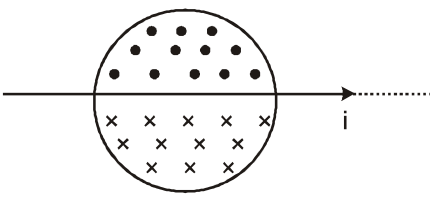
$V = \omega R \Rightarrow \omega \propto V \Rightarrow \omega_P < \omega_Q$

Ans. (D)

16. एक असीमित लम्बाई के तार में धारा प्रवाहित है। यह तार एक वत्तीय तार लूप के व्यास पर बिना उससे संपर्क किये रखी है। तब सही प्रकथन है/हैं
(A) यदि धारा अपरिवर्तित है तो लूप में प्रेरित विभवानतर (emf) शून्य है।
(B) यदि धारा अपरिवर्तित है तो लूप में प्रेरित विभवानतर (emf) परिमित है।
(C) यदि धारा एकसमान दर से घट रही है। तो प्रेरित विभवानतर (emf) शून्य है।
(D) यदि धारा एकसमान दर से घट रही है। तो प्रेरित विभवानतर (emf) परिमित है।

Ans. **(A,C)**

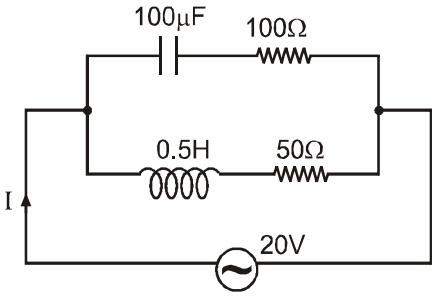
Sol.



$(\phi)_{loop} = 0$ सभी स्थितियों के लिए
अतः प्रेरित विद्युत वाहक बल = 0

Ans. (A), (C)

17. दिये गये परिपथ में AC स्त्रोत का $\omega = 100$ rad/s है। प्रेरक तथा संधारित मानकर विकल्प (विकल्पों) का सही चुनाव करें



(A) परिपथ में धारा $I = 0.3$ A है।

(B) परिपथ में धारा $I = 0.3\sqrt{2}$ A है।

(C) 100 Ω प्रतिरोध के पार वोल्टेज $10\sqrt{2}$ V है।

(D) 50 Ω प्रतिरोध के पार वोल्टेज 10 V है।

Ans. **(A,C)**

Sol. $C = 100\ \mu F,\ \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{(100)(100\times10^{-6})}$

$X_C = 100\ \Omega, \qquad X_L = \omega L = (100)(.5) = 50\ \Omega$

$Z_1 = \sqrt{x_C^2 + 100^2} = 100\sqrt{2}\Omega$

$Z_2 = \sqrt{x_L^2 + 50^2} = \sqrt{50^2 + 50^2}$

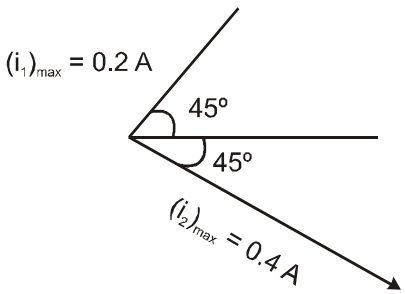
$= 50\sqrt{2}$

$\varepsilon = 20\sqrt{2}\sin\omega t$

$i_1 = \frac{20\sqrt{2}}{100\sqrt{2}}\sin(\omega t + \pi/4)$

$i_1 = \frac{1}{5}\sin(\omega t + \pi/4)$

$I_2 = \frac{20\sqrt{2}}{50\sqrt{2}}\sin(\omega t - \pi/4)$



$I = \sqrt{(.2)^2 + (.4)^2}$

$= (.2)\sqrt{1+4}$

$= \frac{1}{5}\sqrt{5} = \frac{1}{\sqrt{5}}$

$(I)_{rms} = \frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{5}} = \frac{1}{\sqrt{10}} = \frac{\sqrt{10}}{10}$

$\approx 0.3\,A$

$(V_{100\Omega})_{rms} = (I_1)_{rms}) \times 100$

$= \left(\frac{0.2}{\sqrt{2}}\right) \times 100 = \frac{20}{\sqrt{2}}$

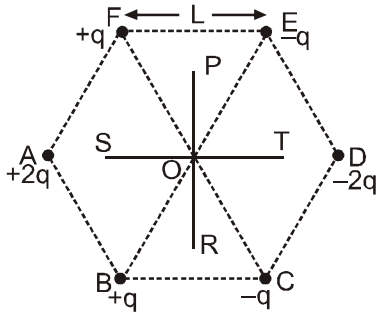
$= 10\sqrt{2}\ V$

$V_{50\Omega})_{rms} = \left(\frac{0.4}{\sqrt{2}}\right) \times 50$

$= \frac{20}{\sqrt{2}} = 10\sqrt{2}\ V$

Ans. (A), (C)

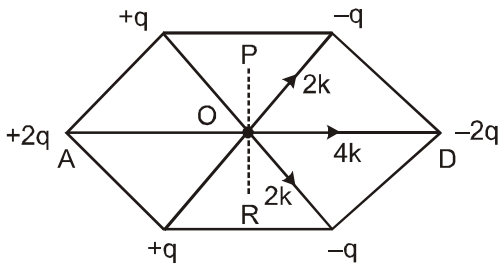
18. L भुजा व O केन्द्र वाले एक समबाहु षट्भुज के कोनों पर 6 बिन्दु–आवेश चित्र में दर्शाये अनुरूप रखे है। $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q}{L^2}$ को मानकर निर्धारित करें कि कौन प्रकथन सही है/हैं



(A) O पर विद्युत क्षेत्र 6K व OD दिशा में है।
(B) O पर विभव शून्य है।
(C) लाइन PR पर सब जगह विभव समान है।
(D) लाइन ST पर सब जगह विभव समान है।

Ans. **(A,B,C)**

Sol.



$E_0 = 6\ K$ (along OD)
$V_0 = 0$
PR रेखा के अनुदिश विभव शून्य है।
Ans. (A), (B), (C)

19. दो गोलीय ग्रह P और Q का घनत्व ρ एकसमान व बराबर है, द्रव्यमान M_P और M_Q है, और सतह का क्षेत्रफल क्रमशः A और 4A है। एक गोलीय ग्रह R का भी घनत्व ρ एकसमान है और द्रव्यमान (M_P+M_Q) है। ग्रहों P,Q और R से पलायन वेग क्रमशः V_P , V_Q और V_R है। तब

(A) $V_Q > V_R > V_P$ (B) $V_R > V_Q > V_P$ (C) $V_R/V_P = 3$ (D) $V_P/V_Q = \frac{1}{2}$

Ans. **(B,D)**

Sol. $V_{es} = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{\frac{2.G\rho.\frac{4}{3}\pi R^3}{R}} = \sqrt{\frac{4G\rho}{3}}\ R$

$V_{es} \propto R$

पष्ठीय क्षेत्रफल $P = A = 4\pi R_P^2$

पष्ठीय क्षेत्रफल $Q = 4A = 4\pi R_Q^2$

$\Rightarrow R_Q = 2R_p$

R का द्रव्यमान is $M_R = M_P + M_Q$

$$\rho\frac{4}{3}\pi R_R^3 = \rho\frac{4}{3}\pi R_P^3 + \rho\frac{4}{3}\pi R_Q^3$$

$\Rightarrow R_R^3 = R_P^3 + R_Q^3$

$= 9R_P^3$

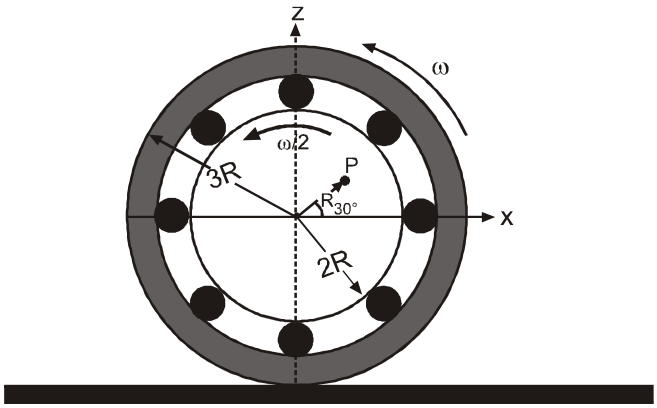
$R_R = 9^{1/3} R_P \Rightarrow R_R > R_Q > R_P$

इसलिए $V_R > V_Q > V_P$

$$\frac{V_R}{V_P} = 9^{1/3} \text{ तथा } \frac{V_P}{V_Q} = \frac{1}{2}$$

Ans. (B,D)

20. चित्र में दिखाये निकाय के हिस्से हैं : (i) 3R बाहरी–त्रिज्या की रिंग, जो क्षैतिज सतह पर ω कोणीय चाल से दक्षिणावर्त बिना फिसले लुढ़क रही है, और (ii) 2R त्रिज्या की भीतरी डिस्क जो ω/2 कोणीय चाल ये वामावर्त घूम रही है। घर्षण –रहित बॉल–बियरिंग (गोलियाँ) रिग और डिस्क को एक दूसरे से अलग रखते हैं। निकाय x-z तल में है। भीतरी डिस्क पर बिन्दु P उद्गम से R दूरी पर है और OP क्षैतिज से 30° का कोण बनाता है। तब क्षैतिज सतह के सापेक्ष



(A) बिन्दु O का रेखीय वेग $3R\omega\hat{i}$ है।

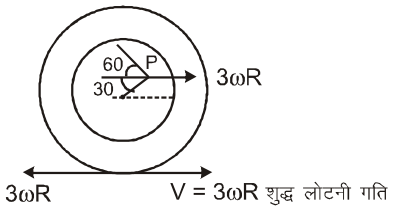
(B) बिन्दु P का रेखीय वेग $\frac{11}{4}R\omega\hat{i} + \frac{\sqrt{3}}{4}R\omega\hat{k}$ है।

(C) बिन्दु P का रेखीय वेग $\frac{13}{4}R\omega\hat{i} - \frac{\sqrt{3}}{4}R\omega\hat{k}$

(D) बिन्दु P का रेखीय वेग $\left(3 - \frac{\sqrt{3}}{4}\right)R\omega\hat{i} + \frac{1}{4}R\omega\hat{k}$ है।

Ans. (A,B)

20.



$V_0 = 3\omega R\,\hat{i}$

$V_P\ (3\omega R - \frac{\omega R}{2}\cos 60^\circ)\,\hat{i} + \frac{\omega R}{2}\sin 60\,\hat{j}$

$= \frac{11\omega R}{4}\hat{i} + \frac{\sqrt{3}\omega R}{4}\hat{i}$

Ans. (A,B)