

CH

रसायन शास्त्र
1995

समय : दो घंटे

पूर्णांक : 60

सूचना : (1) इस प्रश्न पत्र में 10 प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर नए पृष्ठ से आरम्भ करना चाहिए।

- (2) सभी प्रश्नों का उत्तर दीजिए।
- (3) उत्तर केवल उसी भाषा में देना है जिसका उल्लेख प्रवेश पत्र में है।
- (4) केवल अरबी अंकों (Arabic numerals) (0, 1, 2, 9) के प्रयोग की अनुमति है, आपके उत्तर की चयनित भाषा कोई भी हो।
- (5) दाहिनी कोर पर ब्रैकेट में लिखित अंकक संबंधित प्रश्न के लिए अंक सूचित करते हैं।
- (6) एक प्रश्न के सभी उपप्रश्नों का उत्तर एक जगह दीजिए।
- (7) लघुगणकीय सारणी (Logarithmic Tables) के प्रयोग की अनुमति है।
- (8) स्लाइड रूल अथवा परिक्लक (Calculator) के प्रयोग की अनुमति नहीं है।
- (9) उपयोगी अंकड़े / उपयोगी भौतिक स्थिरांक :

अवोगाद्रो स्थिरांक $= 6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

गैस नियतांक $R = 1.987 \text{ cal K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$= 8.314 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

$= 0.082 \text{ litre atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

1 फैराडे $F = 96500 \text{ coulombs mol}^{-1}$

प्लैंक नियतांक $h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J sec}$

प्रकाश का वेग $c = 3 \times 10^8 \text{ metres sec}^{-1}$

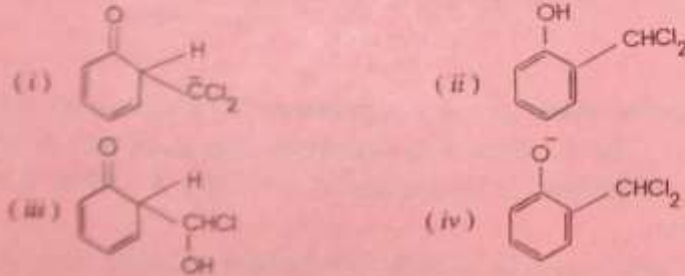
परमाणु संरहित $H = 1.0, \quad C = 12.0, \quad He = 4.0,$

$N = 14.0, \quad O = 16.0, \quad Cl = 35.5,$

$S = 32.0, \quad Cr = 52.0, \quad I = 127.0$

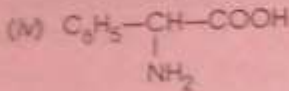
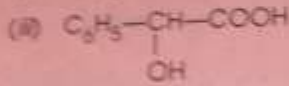
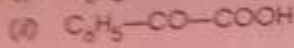
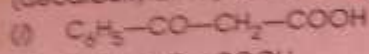
1. (a) नाभिकीय विस्फोट का एक दुष्परिणाम ^{90}Sr का उत्पादन और इसका हड्डियों में समावेशन है। इस न्यूक्लाइड (nuclide) की अर्ध-आयु (half-life) 28.1 वर्ष है। यह मानते हुए कि एक नवजात शिशु (new-born child) में इसका 1 माइक्रोग्राम का समावेश हुआ है, तो 20 वर्ष पश्चात् उसकी हड्डियों में कितना ^{90}Sr शेष रहेगा ? (2)
- (b) एथेन (C_2H_6) और एथीन (C_2H_4) के एक मिश्रण का 1 atm और 400 K पर आयतन 40 लीटर है। यह मिश्रण 130 g ऑक्सीजन से पूर्णतया अभिक्रिया करके CO_2 और H_2O बनाता है। गैस के लिए आदर्श व्यवहार (ideal gas behaviour) मानकर मिश्रण में C_2H_4 और C_2H_6 के मोल फ्रैक्शन (mole fraction) का परिकलन कीजिए। (4)
2. (a) आयोडीन अणु 4500 Å का प्रकाश अवशोषण करके परमाणुओं में वियोजित होता है। यदि विकिरण (radiation) का एक क्वांटम प्रत्येक अणु अवशोषित करता है, तो आयोडीन परमाणुओं की गतिज ऊर्जा (kinetic energy) का परिकलन कीजिए।
(I_2 की आबंध ऊर्जा = 240 kJ mol^{-1}) (2)
- (b) Fe^{3+} के $1.0 \times 10^{-3} \text{ M}$ अम्लीय घोल में द्वितीय परे का आधिक्य (excess) डाला जाता है। जब 25°C तापमान पर संतुलन होता है तब Fe^{3+} की मात्रा 5% पायी जाती है। यह मानकर कि केवल $2\text{Hg} + 2\text{Fe}^{3+} \rightarrow \text{Hg}_2^{2+} + 2\text{Fe}^{2+}$ अभिक्रिया ही होती है, $E^\ominus_{(\text{Hg}_2^{2+}/\text{Hg})}$ के मान का परिकलन कीजिए।
(जबकि $E^\ominus_{(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+})} = 0.77 \text{ V}$ है) (4)
3. (a) यदि अमोनियम फॉर्मेट के एक 1.0 M जलीय घोल का संपूर्ण वियोजन (complete dissociation) होता है, तो इस घोल के pH के मान का परिकलन कीजिए।
(फॉर्मिक अम्ल का $\text{pK}_a = 3.8$ तथा अमोनिया का $\text{pK}_b = 4.8$ है।) (2)
- (b) हाइड्रोजन परऑक्साइड (H_2O_2) के 380°C पर प्रथम कोटि के अपघटन (first order decomposition) की अर्ध-आयु (half-life period) 360 मिनट है और इस अभिक्रिया की सक्रियण ऊर्जा (energy of activation) 200 kJ mol^{-1} है। 450°C पर 75% अपघटन के लिए जो समय लगेगा उसके मान का परिकलन कीजिए। (4)
4. (a) $\text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{Cl}$ के साम्य मिश्रण (जो कि 1200°C पर होता है) के संयोजन (composition) को सूची-छिद्र (pinhole) से हुए निःसरण की दर (rate of effusion) का माप निकालकर प्राप्त किया जाता है। 1.80 mm Hg के दबाव पर यह देखा जाता है कि यह मिश्रण क्लोरीन की तुलना में 1.16 गुना तेज निःसरित होता है। जितने क्लोरीन अणुओं का परमाणुओं में वियोजन (dissociation) हुआ है उस फ्रैक्शन का परिकलन कीजिए।
(K_f का परमाणु भार = 84) (4)
- (b) निम्नलिखित यौगिकों के IUPAC पद्धति में नाम लिखें :
(i) $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{ONO}]\text{Cl}_2$
(ii) $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{CN})_6]$ (2)

5. निम्नलिखित के कारण बताइए : (अपने उत्तर केवल चार या पाँच वाक्यों में दीजिए।)
- (a) NF_3 में प्रायोगिक रीति (experimentally) से निकाली हुई N-F आबंध की लंबाई (bond length), N और F के एक-आबंध सहसंयोजक त्रिज्याओं (single bond covalent radii) के योग से अधिक है। (2)
- (b) Mg_3N_2 की पानी से अभिक्रिया होने पर NH_3 गैस निकलती है परन्तु MgCl_2 की पानी से, कमरे के तापमान पर, अभिक्रिया से HCl नहीं निकलती। (2)
- (c) $(\text{CH}_3)_3\text{N}$ की तुलना में $(\text{SiH}_3)_3\text{N}$ एक क्षीण क्षारक (weaker base) है। (2)
6. (a) H_2O_2 के 5.0 cm^3 घोल की KI के अम्लीय घोल (acidified solution) के साथ अभिक्रिया करने पर 0.508 g आयोडीन निकलती है। STP पर H_2O_2 के घोल की प्रबलता (strength) का परिकलन उसके आयतन प्रबलता के पद में (in terms of volume strength) कीजिए। (3)
- (b) बेंजॉयल परऑक्साइड (benzoyl peroxide) की उपस्थिति में 1, 4-पेंटाडाइन (1, 4-pentadiene) की HCl के आधिक्य (excess) के साथ अभिक्रिया करने पर यौगिक 'X' बनता है। 'X' की ड्राई ईथर (dry ether) में Mg के आधिक्य के साथ अभिक्रिया करने से यौगिक 'Y' बनता है। यौगिक 'Y' का एथिल ऐसीटेट (ethyl acetate) और उसके पश्चात् तनु अम्ल (dilute acid) से अभिक्रियित (treat) करने पर यौगिक 'Z' प्राप्त होता है। यौगिकों 'X', 'Y' और 'Z' की संरचनाओं (structures) को पहचानिए। (3)
7. (a) जब फ़िनॉल (Phenol) का CHCl_3 और NaOH के साथ अभिक्रिया करने के पश्चात् अम्लीकरण (acidification) किया जाता है तब सैलिसिलऐल्डिहाइड (salicylaldehyde) प्राप्त होता है। इस अभिक्रिया में निम्नलिखित स्पीशीज़ (species) में से कौन से माध्यमिक (intermediates) के रूप में भाग लेते हैं ? (2)

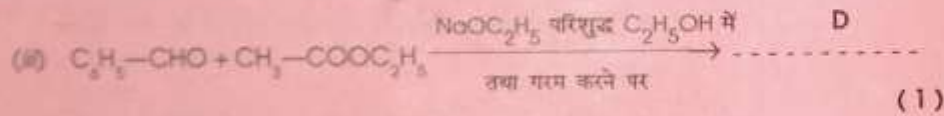
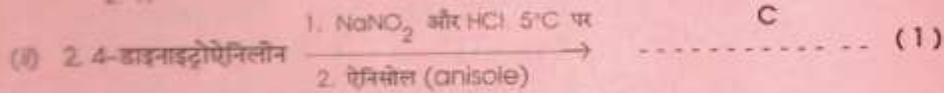
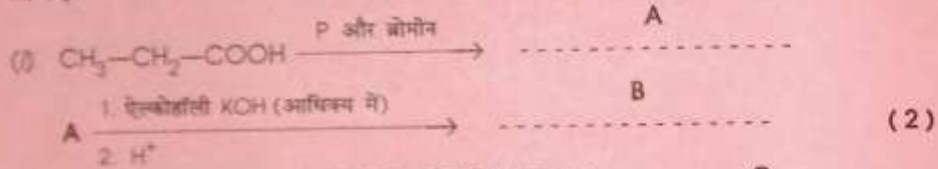


- (b) CO , CH_4 और He के एक 200 cm^3 मिश्रण का ऑक्सीजन के आधिक्य में कमरे के तापमान पर विद्युत् विस्फोटन (electric discharge) द्वारा विस्फोटन (explosion) करने पर इसके आयतन में 13.0 cm^3 का संकुचन (contraction) पाया जाता है। शेष बची गैस को KOH के घोल के साथ अभिक्रियित (treat) करने पर 14.0 cm^3 का और संकुचन पाया जाता है। आयतन प्रतिशत के पद में (in terms of volume percentage) गैस के मिश्रण का संयोजन (composition) निकालिए। (4)
8. (a) एक सिट्री लाल (scarlet red) रंग के यौगिक 'A' को सान्द्र HNO_3 के साथ अभिक्रियित (treat) करने पर एक चॉकलेटी भूरे रंग का अवक्षेप 'B' प्राप्त होता है। इस अवक्षेप को छानने के बाद प्राप्त निस्पंद (filtrate) को NaOH के साथ उदासीन (neutralise) किया जाता है। तत्पश्चात् इस घोल में KI डालने पर एक पीला अवक्षेप 'C' मिलता है। अवक्षेप 'B' को $\text{Mn}(\text{NO}_2)_2$ की उपस्थिति में सान्द्र HNO_3 के साथ

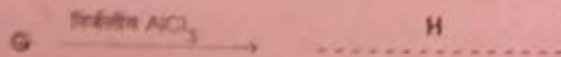
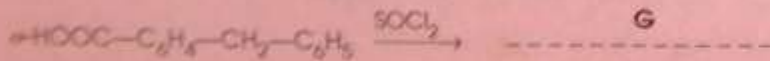
- गरम करने पर यौगिक 'D' के बनने के कारण घोल का रंग गुलाबी हो जाता है। A, B, C तथा D को पहचान कीजिए और ऊपर बतायी हुई अभिक्रियाओं को लिखिए। (4)
- (b) निम्नलिखित कार्बोक्सिलिक अम्लों में से किसका सबसे आसानी से कार्बोक्सिलहरण (decarboxylation) होता है? संक्षेप में इसका कारण बताइए। (2)



9. (a) इन त्रिविम समावयवियों (stereoisomers) की संरचनाओं (structures) को लिखिए जो cis-2-ब्यूटेन और ब्रोमीन की अभिक्रिया से बनते हैं। (2)
- (b) निम्नलिखित अभिक्रियाओं के अनुक्रम (sequence) को उचित संरचनाओं से पूर्ण कीजिए।



10. (a) एक कार्बनिक यौगिक E (C_5H_8) हाइड्रोजनीकरण (hydrogenation) के बाद यौगिक F (C_5H_{12}) देता है। यौगिक E का ओजोनीकरण (ozonolysis) करने पर फॉर्मिलीहाइड और 2-केटोप्रोपेनल (2-ketopropanal) प्राप्त होता है। यौगिक E की संरचना निम्नलिखित है। (2)
- (b) ध्रुवण पूर्णक (optically active) 2-आयोडोब्यूटेन (2-iodobutane) की ऐसीटोन (acetone) में NaI के साथ अभिक्रिया करने पर जो उत्पाद बनता है वह ध्रुवण पूर्णकता (optical activity) नहीं दिखाता। संक्षेप में कारण बताइए। (2)
- (c) नीचे दर्शाये हुए रूपान्तरणों (transformations) में जो उत्पाद बनते हैं उनकी उचित संरचनाओं को लिखिए :- (2)



MA

गणित
1995

समय : दो घंटे

पूर्णांक : 60

- सूचना : (1) इस प्रश्न पत्र में 12 प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर नये पृष्ठ से शुरू करें।
(2) सभी प्रश्न करने हैं।
(3) उत्तर केवल उसी भाषा में लिखें जो आपके प्रवेश पत्र में दी गयी है।
(4) प्रश्नों के उत्तर में केवल अरबी (Arabic) अंकों (0, 1, 2, 9) का ही प्रयोग करें।
(5) प्रश्नों के अंक दाहिने हाशिये के कोष्ठों में दिये गये हैं।
(6) परिकलक (Calculator), परिकलन पट्टिका (Slide Rule), लघुगणकीय (Logarithmic), त्रिकोणमितीय (Trigonometric) तथा सांख्यिकीय (Statistical) सारणियों व ग्राफ पेपर का प्रयोग वर्जित है।

1. यदि $iZ^3 + Z^2 - Z + i = 0$, तो दिखायें कि $|Z| = 1$. (5)

2. यदि $|Z| \leq 1$, $|W| \leq 1$, तो दिखायें कि
 $|Z - W|^2 \leq (|Z| - |W|)^2 + (\text{Arg } Z - \text{Arg } W)^2$. (5)

3. माना कि a, b, c वास्तविक (real) हैं। यदि $ax^2 + bx + c = 0$ के मूल (roots) α और β दोनों वास्तविक हैं, जहाँ $\alpha < -1$ और $\beta > 1$, तो दिखायें कि
 $1 + \frac{c}{a} + \left| \frac{b}{a} \right| < 0$. (5)

4. वह सबसे छोटी धनात्मक संख्या p ज्ञात करें जिसके लिए
 $\cos(p \sin x) = \sin(p \cos x)$
का हल $x \in [0, 2\pi]$ है। (5)

5. माना कि $I_m = \int_0^\pi \frac{1 - \cos mx}{1 - \cos x} dx$
गणितीय आगमन (mathematical induction) से सिद्ध करें कि
 $I_m = m\pi$, $m = 0, 1, 2, \dots$ (5)

6. यह सिद्ध करें कि परवलय (parabola) $y^2 = 4x$ की 2 प्रवणता (slope) वाली जीवा (chord) को 1 : 2 अनुपात में अन्तर्विभाजित (internal division) करने वाले बिन्दु का बिन्दुपथ (locus) एक परवलय होगा। इस परवलय का शीर्षबिन्दु (vertex) ज्ञात करें। (5)

7. माना कि d दीर्घवृत्त (ellipse) $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ के केन्द्र से उसके किसी बिन्दु P की स्पर्श रेखा (tangent) पर डाले गये लम्ब की लम्बाई है। यदि F_1 और F_2 दीर्घवृत्त के नाभिकेन्द्र (foci) हों, तो सिद्ध करें कि

$$(PF_1 - PF_2)^2 = 4a^2 \left(1 - \frac{b^2}{a^2}\right). \quad (5)$$

8. माना कि सभी वास्तविक संख्याओं x और y के लिए $f\left(\frac{x+y}{2}\right) = \frac{f(x)+f(y)}{2}$ है। यदि $f'(0)$ का अस्तित्व है (exists) और वह -1 के बराबर है तथा $f(0) = 1$, तो $f(2)$ का मान ज्ञात करें। (5)

9. माना कि (h, k) , $h > 0$, $k > 0$ एक स्थिर बिन्दु है। इस बिन्दु से जाती हुई एक रेखा निर्देशक अक्षों (coordinate axes) को घनात्मक दिशाओं में P और Q बिन्दुओं पर काटती है। त्रिभुज OPQ , जहाँ O मूलबिन्दु (origin) है, के क्षेत्रफल का न्यूनतम (minimum) मान ज्ञात करें। (5)

10. निश्चित समाकल (definite integral)

$$\int_{-\frac{1}{\sqrt{3}}}^{\frac{1}{\sqrt{3}}} \left(\frac{x^4}{1-x^4} \right) \cos^{-1} \left(\frac{2x}{1+x^2} \right) dx$$

का मान निकालें। (5)

11. एक वर्ग के शीर्षबिन्दु $(1, 1)$, $(-1, 1)$, $(-1, -1)$ व $(1, -1)$ हैं। वर्ग के अन्दर S वह क्षेत्र है जिसके सभी बिन्दु वर्ग की किसी भी भुजा की अपेक्षा केन्द्र (origin) के अधिक निकट हैं। क्षेत्र S को चित्रित (sketch) करें और उसका क्षेत्रफल निकालें। (5)

12. माना कि वक्र $y = f(x)$ बिन्दु $(1, 1)$ से जाता है तथा वक्र के किसी भी बिन्दु की स्पर्श-रेखा व निर्देशक अक्षों के द्वारा बना त्रिभुज प्रथम क्वाड्रेंट (quadrant) में स्थित है और उसका क्षेत्रफल 2 है। ऐसे वक्रों के लिए अवकल समीकरण (differential equation) बनायें और ऐसे सभी वक्रों को ज्ञात करें। (5)

PH

भौतिकी
1995

समय : दो घंटे

पूर्णांक : 60

- सूचना : (1) इस प्रश्न पत्र में 6 प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर नये पृष्ठ पर प्रारम्भ कीजिए।
- (2) सभी प्रश्न हल कीजिए।
- (3) उत्तर केवल आपके प्रवेश पत्र (Admit Card) में प्रदर्शित, आपके द्वारा चुनी हुई भाषा में लिखे जाने चाहिए।
- (4) उत्तर लिखते समय केवल अरबी अंकों (0, 1, 2, 9) के प्रयोग की अनुमति है। उत्तर के लिए आपकी चयनित भाषा कोई भी हो।
- (5) दायीं ओर किनारे पर कोष्ठकों में दिये गये अंक संबंधित प्रश्नों के पूर्णांक दर्शाते हैं।
- (6) प्रत्येक प्रश्न के सभी भागों के उत्तर एक स्थान पर दीजिए।
- (7) लघुगणकीय सारणी (लॉग टेबल) का प्रयोग कर सकते हैं।
- (8) परिकलक (कैलकुलेटर) और स्लाइड रूल का प्रयोग वर्जित है।
- (9) उपयोगी आँकड़े :

निर्वात में प्रकाश की गति

$$c = 3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

प्लैंक नियतांक

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$$

इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान

$$m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

इलेक्ट्रॉन का आवेश

$$e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

सार्वत्रिक गैस नियतांक

$$R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

गुरुत्वीय त्वरण

$$g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$$

$4\pi \times$ (विद्युतशीलता नियतांक)

$$4\pi\epsilon_0 = 1.11 \times 10^{-10} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

1. एक विशाल व एकसमान अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल A की टंकी क्षैतिज सतह पर स्थित है। इसमें दो अनिम्नणीय, अश्यान एवं असंपीड्य द्रव भरे हैं, जिनके घनत्व d एवं $2d$ हैं, एवं प्रत्येक की ऊँचाई $H/2$ है, जैसा चित्र 1 में दर्शाया गया है। कम घनत्व वाले द्रव के ऊपरी पृष्ठ पर वायुमण्डल है जिसका दाब P_0 है।

- (a) एक समांग बेलनाकार गुटके को, जिसकी लम्बाई L ($L < H/2$) एवं अनुप्रस्थ-काट क्षेत्रफल $A/5$ है, इस प्रकार डुबाया जाता है कि जिससे यह गुटका अपने ऊर्ध्वाधर अक्ष पर दोनों द्रवों के अंतरापृष्ठ में ऐसे तैरे जिससे कि गुटके की $L/4$ लम्बाई घने द्रव में डूबी रहे।

- (i) गुटके का घनत्व D कितना होगा ?
 (ii) टंकी की निचली सतह पर पूर्ण दाब कितना होगा ?

- (b) बेलन को टंकी से निकाला जाता है तथा द्रवों को मूल स्थिति पुनः प्राप्त हो जाती है। अब टंकी के ऊर्ध्व किनारे में ऊँचाई h ($h < H/2$) पर एक सूक्ष्म छिद्र किया जाता है जिसका क्षेत्रफल s ($s \ll A$) है।

- (i) छिद्र से बहते हुए द्रव का आरम्भिक बहिःस्त्राव वेग क्या होगा ?

- (ii) द्रव की आरम्भिक क्षैतिज दूरी x कितनी होगी ?

- (iii) छिद्र की ऊँचाई h_m कितनी होनी चाहिए ताकि द्रव की धार की आरम्भिक क्षैतिज दूरी x_m अधिकतम हो ? x_m का भी परिकलन कीजिए।

(परिकलन में वायु-प्रतिरोध (air resistance) नगण्य मानिए।)

(10)

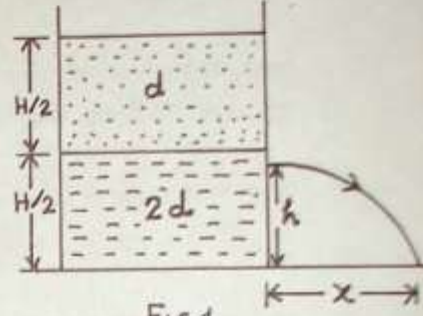


Fig.1

2. एक आयताकार व नियत दृढ़ गुटके के लम्बे क्षैतिज किनारे पर एक ठोस समांग बेलन, जिसकी त्रिज्या R है, स्थिर अवस्था में क्षैतिज रूप से रखा गया है। बेलन का अक्ष किनारे से समान्तर है तथा इसका अक्ष व गुटके का किनारा एक ही ऊर्ध्वाधर तल में स्थित है, जैसा चित्र 2 में दर्शाया गया है। इसके किनारे पर पर्याप्त घर्षण है जिससे बेलन थोड़ा विस्थापित करने पर बिना फिसलन के किनारे से लुढ़क सकता है।

निर्धारित करें :

- (a) बेलन के घूर्णन का कोण θ_c , जब यह गुटके के किनारे को स्पर्श करना छोड़े।
 (b) किनारे से स्पर्श छोड़ते समय बेलन के संहति-केन्द्र की गति।
 (c) जब संहति-केन्द्र किनारे से जाने वाली क्षैतिज रेखा में हो, तो उस समय की स्थानान्तरण व घूर्णन गतिज ऊर्जाओं में अनुपात।

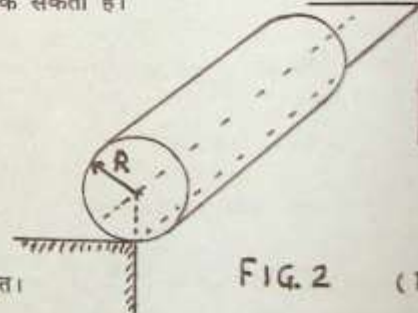


FIG. 2 (10)

3. एक गैसीय मिश्रण एक पात्र में बन्द है, जिसका आयतन V है। यह गैसीय मिश्रण एक ग्राम मोल (gram mole) की गैस A, जिसका $\gamma (= C_p / C_v) = 5/3$ है एवं एक दूसरी गैस B, जिसका $\gamma = 7/5$ है, से बना हुआ है। मिश्रण का स्थिर तापमान T है। गैस A एवं B के ग्राम मॉलीक्यूलर वेट (gram molecular weight) क्रमशः 4 तथा 32 हैं। गैस A व B के बीच में रासायनिक अभिक्रिया नहीं होती है तथा इन्हें आदर्श गैस मानिए। यह गैसीय मिश्रण रुद्धोष्म प्रक्रम (adiabatic process) में निम्नलिखित समीकरण का अनुसरण करता है :

$$PV^{19/13} = \text{constant}$$

(2)

- (a) गैसीय मिश्रण में गैस B के ग्राम मोल की संख्या ज्ञात कीजिए।
 (b) गैसीय मिश्रण में $T = 300 \text{ K}$ तापमान पर ध्वनि की गति संगणित कीजिए।
 (c) यदि T को 300 K से 1 K अधिक बढ़ाया जाए, तब गैसीय मिश्रण में ध्वनि की गति में प्रतिशत बदलाव (percentage change) ज्ञात कीजिए।
 (d) यदि मिश्रण को रुद्धोष्मी प्रक्रम (adiabatic process) से आरंभिक आयतन V के $1/5$ भाग तक संपीडित किया जाता है, तो रुद्धोष्मी संपीड्यता में अन्तर (change in adiabatic compressibility) को दी हुई राशियों के निबन्धन में ज्ञात कीजिए। (10)

4. वायु से गुजरती हुई एक प्रकाश किरण पृष्ठसर्पी कोण (आपतन कोण $\equiv 90^\circ$) बनाती हुई एक लम्बे आयताकार पट्ट-धारित पारदर्शी माध्यम पर आपतित है, जिसकी मोटाई $t = 1.0 \text{ m}$ है (चित्र 3 देखिए)। आपतन बिन्दु A के निर्देशांक $(0, 0)$ हैं। माध्यम का चर अपवर्तनांक $n(y)$ इस प्रकार है :

$$n(y) = (ky^{3/2} + 1)^{1/2}$$

वायु का अपवर्तनांक 1.0 है तथा $k = 1 (\text{metre})^{-3/2}$ है।

- (a) माध्यम में किरण प्रपथ के एक बिन्दु B (x, y) पर प्रपथ की प्रवणता तथा उसी बिन्दु पर आपतन कोण में सम्बन्ध निकालिए।
 (b) माध्यम में किरण प्रपथ समीकरण $y(x)$ प्राप्त कीजिए।
 (c) किरण वायु-पट्ट सीमांत के ऊपरी पृष्ठ को बिन्दु P पर प्रतिच्छेदित करती है। इस बिन्दु P के निर्देशांक (x_1, y_1) को निर्धारित कीजिए।

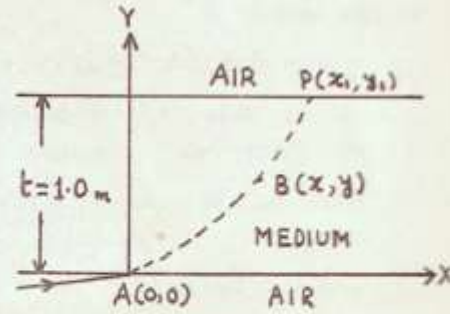


FIG. 3

- (d) तदनन्तर किरण के पथ को ज्ञात कीजिए।

(10)

5. धातु की एक छड़ OA को, जिसका द्रव्यमान m व लम्बाई r है, एक स्थिर कोणीय वेग ω से बिन्दु O में से गुजरते क्षैतिज अक्ष के चारों ओर ऊर्ध्व तल में घुमाया जा रहा है। इसका मुक्त छोर A उसी तल में स्थित एक स्थिर, सुचालक, वृत्ताकार

बलय के साथ-साथ बिना घर्षण के घुमाया जा रहा है जो घूर्णन का तल है। घूर्णन के तल के लम्बवत् व तल के भीतरी ओर एकसमान व स्थिर चुम्बकत्व प्रेरण \vec{B} अनुप्रयुक्त किया जाता है, जैसा चित्र 4 में दर्शाया गया है। एक प्रेरक L व एक बाह्य प्रतिरोधक R को बलय पर बिन्दु

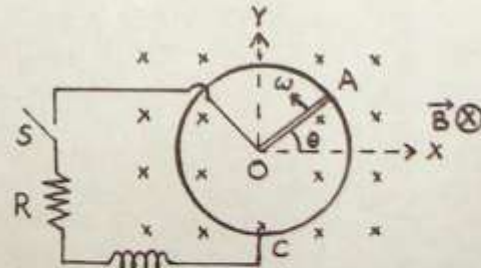


FIG. 4

○ तथा C के बीच में स्विच S द्वारा जोड़कर एक वैद्युत परिपथ बनाया जाता है, जैसा चित्र में दिखाया गया है। बलय व छड़ के प्रतिरोध को नगण्य मानिए। आरम्भ में स्विच खुला है।

(a) स्विच के अन्तिम छोरों के बीच में कितना प्रेरक विद्युत् वाहक बल (E.M.F.) है ?

(b) समय $t=0$ पर स्विच बंद किया जाता है, तो

(i) विद्युत्-धारा व समय के संबंध का व्यंजक निकालिए।

(ii) साम्य अवस्था में बलाघूर्ण की समय पर निर्भरता निकालिए जो एक स्थिर कोणीय वेग कायम रख सके। यह दिया गया है कि छड़ OA समय $t=0$ पर घनात्मक X-अक्ष पर थी।

(10)

6. एक प्रकाश-वैद्युत उत्सर्जन प्रेक्षस्थान (set-up) में $3.2 \times 10^{-3} W$ का एक बिन्दु स्रोत है जो $5.0 eV$ ऊर्जा के समोर्जि फोटॉन्स (Photons) उत्सर्जित करता है। यह स्रोत धातु के एक स्थिर गोले के केन्द्र से $0.8 m$ की दूरी पर स्थित है जिसका कार्य फलन $3.0 eV$ है एवं जिसकी त्रिज्या $8.0 \times 10^{-3} m$ है। प्रकाश-वैद्युत उत्सर्जन की दक्षता इतनी है कि 10^6 आपतित फोटॉन्स से एक फोटो-इलेक्ट्रॉन उत्पन्न होता है। गोले को विद्युत् व आदितः अनाविष्ट मानिए। यदि फोटो-इलेक्ट्रॉन्स को उत्सर्जन के तत्काल पश्चात् इस सेट-अप से दूर कर दिया जाता है, तो

(a) उत्सर्जित फोटो-इलेक्ट्रॉन्स की संख्या प्रति सेकण्ड परिकलित कीजिए।

(b) आपतित प्रकाश की तरंगदैर्घ्य एवं अधिकतम गति से उत्सर्जित होने वाले फोटो-इलेक्ट्रॉन की de Broglie तरंगदैर्घ्य के बीच के अनुपात को ज्ञात कीजिए।

(c) प्रकाश स्रोत को प्रज्वलित करने के t सेकण्ड पश्चात् फोटो-इलेक्ट्रॉनों का उत्सर्जन समाप्त हो जाता है। ऐसा क्यों होता है ?

(d) समय t का मान निकालिए।

(10)