

CH

रसायन विज्ञान
1996

261604

समय : तीन घण्टे

पूर्णांक : 100

सूचना :

- (i) इस प्रश्न पत्र में 20 प्रश्न हैं। प्रत्येक नये प्रश्न का उत्तर नये पृष्ठ पर आरंभ कीजिए।
- (ii) सभी प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
- (iii) उत्तर केवल आपके प्रवेशपत्र (admit card) में प्रदर्शित आपके द्वारा चुनी हुई भाषा में लिखे जाने चाहिए।
- (iv) केवल इन्डो-अरबी (Indo-Arabic) अंको (0,1,2,39) के प्रयोग की ही अनुमति है, प्रश्नों के उत्तर चाहे जिस भाषा में हों।
- (v) ऋणात्मक अंक नहीं दिए जायेंगे।
- (vi) दक्षिणी कोर पर ब्रैकेट में लिखित अंक सम्बन्धित प्रश्न के लिए अंक सूचित करते हैं।
- (vii) दिए गये प्रश्नों के सभी उप-प्रश्नों का उत्तर एक जगह दीजिए।
- (viii) लघुगणकीय सारणी (logarithmic table) के प्रयोग की अनुमति है।
- (ix) स्लाइड रूल अथवा परिकलक (calculator) के प्रयोग की अनुमति नहीं है।
- (x) उपयोगी अंकड़े :

एवोगैड्रो स्थिरांक

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

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 फेराडे

$$F = 96,500 \text{ coulombs mol}^{-1}$$

प्लैन्क स्थिरांक

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

बोल्त्समैन स्थिरांक

$$k = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$$

प्रकाश का वेग

$$c = 3 \times 10^8 \text{ m sec}^{-1}$$

रिडबर्ग स्थिरांक

$$R_H = 109,677 \text{ cm}^{-1}$$

इलेक्ट्रॉनिक आवेश

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ coulomb}$$

1 ऐट्मोस्फियर

$$= 760 \text{ torr.}$$

परमाणु क्रमांक (Atomic numbers)	H = 1	B = 5	C = 6
	N = 7	O = 8	F = 9
	Mg = 12	P = 15	S = 16
	Cl = 17	Ca = 20	Ti = 22
	V = 23	Fe = 26	Cu = 29
	Zn = 30	Br = 35	I = 53
	Cs = 55		
परमाणु भार (Atomic weights)	H = 1.0	C = 12.0	O = 16.0
	Fe = 56.0	He = 4.0	N = 14.0

विकल्पी प्रश्नों (multiple choice questions) के लिए दिये गये चार उत्तरों में केवल एक सही है। सही विकल्प का चयन कीजिए और सम्बन्धित अक्षर (a), (b), (c) या (d) को उत्तर-पुस्तिका में उप-प्रश्न के क्रमांक के सामने लिखिए। प्रत्येक उप-प्रश्न के सही विकल्प लिखने पर ही अंक प्रदान किये जायेंगे।

उदाहरण :

(i) कौनसा अणु समतलीय (planar) है ?

- (a) NF_3 (b) NCl_3 (c) PH_3 (d) BF_3

BF_3 सही उत्तर / विकल्प है और इसे निम्न प्रकार से प्रदर्शित करना है।

उत्तर: (i) (d)

सभी संख्यात्मक प्रश्नों (numerical problems) में यदि तापमान न दिया हो तो इसे 25°C मान लीजिए।

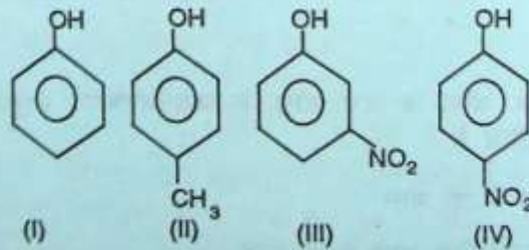
1.

(5 x 1 = 5)

- (i) एक आदर्श गैसों के मिश्रण को द्रव हीलियम तापमान (4.22 K) तक ठंडा करके आदर्श विलयन बनाया जाता है। यह कथन सत्य है या असत्य? दो लाइनों में अपने उत्तर का औचित्य बताइये (justify)।
- (ii) परमाण्वीय हाइड्रोजन (atomic hydrogen) की बामर सीरीज़ में न्यूनतम तरंग-लम्बाई (wave length) संक्रमण (transition) के लिए तरंग-संख्या (wave number) की गणना कीजिए।

- (iii) 25°C पर किसी अभिक्रिया का वेग नियतांक (rate constant), सक्रियण ऊर्जा (activation energy) एवं आरहीनियस प्राचल (parameter) क्रमशः $3.0 \times 10^4 \text{ s}^{-1}$, $104.4 \text{ kJ mol}^{-1}$ और $6.0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$ हैं। वेग नियतांक का मान निम्न होगा यदि $T \rightarrow \infty$:
- (a) $2.0 \times 10^{18} \text{ s}^{-1}$ (b) $6.0 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$
 (c) अनंत (infinity) (d) $3.6 \times 10^{30} \text{ s}^{-1}$
- (iv) H_2 (50K) और O_2 (800K) के वर्ग माध्य मूल वेगों (root mean square velocities) का अनुपात निम्न है :
- (a) .4 (b) 2 (c) 1 (d) 1/4
- (v) 2s कक्ष के इलेक्ट्रॉन का कक्षीय कोणीय संवेग (orbital angular momentum) निम्न है :
- (a) $+\frac{1}{2} \cdot \frac{h}{2\pi}$ (b) शून्य (c) $\frac{h}{2\pi}$ (d) $\sqrt{2} \cdot \frac{h}{2\pi}$

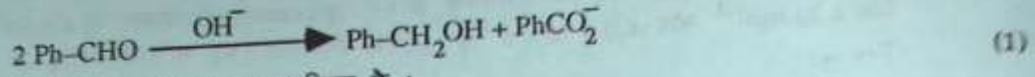
2. एक 3.00 g नमूने, जिसमें Fe_3O_4 , Fe_2O_3 और अक्रिय पदार्थ उपस्थित हैं, की अत्यधिक KI के घोल के साथ तनु H_2SO_4 की उपस्थिति में अभिक्रिया की जाती है। सम्पूर्ण आइरन Fe^{2+} में परिवर्तित हो जाता है तथा आयोडीन निकलती है। परिणामी घोल का आयतन 100 ml तनु कर दिया जाता है और इस तनु घोल के 20 ml में उपस्थित आयोडीन के अपचयन (reduction) के लिए 11.0 ml, 0.5 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ घोल की आवश्यकता पड़ती है। तनु घोल के 50ml में उपस्थित Fe^{2+} के आक्सीकरण (oxidation) के लिए 12.80 ml, 0.25 M तनु H_2SO_4 माध्यम में KMnO_4 घोल लगा। नमूने में Fe_2O_3 एवं Fe_3O_4 की प्रतिशत मात्रा निकालिए। (5)
3. (i) 3,3-डाइमिथाइल - ब्यूटेन - 2- आल सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की उपस्थिति में पानी तथा मुख्य उत्पाद (major product) टेट्रामिथाइलइथाइलीन देता है। उचित क्रियाविधि (mechanism) दीजिए। (2)
- (ii) निम्नलिखित योगिकों में



अम्लता (acidity) का क्रम निम्न है :

- (a) III > IV > I > II (b) I > IV > III > II
 (c) II > I > III > IV (d) IV > III > I > II (1)

(iii) नीचे दी हुई केनिजरो अभिक्रिया में



संभवतः (slowest step) निम्न है :

- कार्बोनिल ग्रुप पर OH^- का आक्रमण (attack)
- हाइड्राइड का कार्बोनिल ग्रुप में स्थानान्तरण (transfer to the carbonyl group)
- कार्बोसिलिक अम्ल से प्रोटॉन का अपाहरण (abstraction)
- $\text{Ph-CH}_2\text{OH}$ से प्रोटॉन का निकलना ।

(iv) KOH की उपस्थिति में एनिलीन और क्लोरोफार्म की अभिक्रिया से बने दुर्गन्धयुक्त यौगिक की संरचना (structure) लिखिए । (1)

4. (i) एक धात्विक तत्व (metallic element) जालक (lattice) में क्रिस्टलित होता है जिसमें सतहों (layers) का अनुक्रम (sequence) ABABAB..... है । गोलों (spheres) का संकुलन (packing) लैटिस में रिक्तियाँ (voids) छोड़ देता है। आयतन के हिसाब से कितने प्रतिशत खाली स्थान लैटिस में रह जाता है ? (3)

(ii) साइक्लोहेक्सेन (द्रव) और बेन्जीन (द्रव) के विरचन की मानक आयुविक पूर्ण ऊष्माएं (standard molar enthalpies of formation) 25°C पर क्रमशः -156 एवं $+49 \text{ kJ mol}^{-1}$ हैं । साइक्लोहेक्सीन (द्रव) के हाइड्रोजनेसन की मानक पूर्ण ऊष्मा (standard enthalpy) 25°C पर -119 kJ mol^{-1} है । इन न्यासों (data) का उपयोग करके बेन्जीन की अनुनाद ऊर्जा (resonance energy) के मान की गणना कीजिए । (2)

5. (i) Cu^{2+}/Cu का मानक अपचयन विभव (standard reduction potential) $+0.34 \text{ V}$ है । उपरोक्त कपल (couple) का मानक अपचयन विभव $\text{pH} = 14$ पर निकालिए । Cu(OH)_2 का $K_{\text{sp}} = 1.0 \times 10^{-19}$ है । (3)

(ii) NaCN के 0.50 M जलीय विलयन के pH की गणना कीजिए । CN^- के pK_b का मान 4.70 है । (2)

6. (5 x 1 = 5)

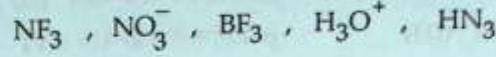
(i) परआक्सीडाइसल्फ्यूरिक अम्ल के एक मोल के जल-अपघटन (hydrolysis) से निम्न लिखित का निर्माण होता है :

- सल्फ्यूरिक अम्ल के दो मोल
- परआक्सीमोनोसल्फ्यूरिक अम्ल के दो मोल
- सल्फ्यूरिक अम्ल का एक मोल तथा परआक्सीमोनोसल्फ्यूरिक अम्ल का एक मोल
- सल्फ्यूरिक अम्ल का एक मोल, परआक्सीमोनोसल्फ्यूरिक अम्ल का एक मोल तथा हाइड्रोजन परआक्साइड का एक मोल ।

- (ii) निम्नलिखित यौगिकों को उनके तापीय-स्थायित्व (thermal stabilities) के बढ़ते क्रम (increasing order) में व्यवस्थित किया गया है। सही व्यवस्था बताइये।



- (a) $I < II < III < IV$ (b) $IV < II < III < I$
(c) $IV < II < I < III$ (d) $II < IV < III < I$
- (iii) निम्नलिखित यौगिकों में समसंरचनात्मक (isostructural) जोड़े (pairs) बताइये।



- (a) $[NF_3, NO_3^-]$ और $[BF_3, H_3O^+]$
(b) $[NF_3, HN_3]$ और $[NO_3^-, BF_3]$
(c) $[NF_3, H_3O^+]$ और $[NO_3^-, BF_3]$
(d) $[NF_3, H_3O^+]$ और $[HN_3, BF_3]$
- (iv) CaC_2 के दो कार्बन परमाणुओं के बीच बन्धनों (bonds) की संख्या एवं प्रकार (type) बताइये।
- (a) एक सिग्मा (σ) और एक पाई (π) बन्धन
(b) एक सिग्मा (σ) और दो पाई (π) बन्धन
(c) एक सिग्मा (σ) और डेढ़ (one and half) पाई (π) बन्धन
(d) एक सिग्मा (σ) बन्धन
- (v) $CsBr_3$ के लिए कौनसा कथन सत्य है ?
- (a) यह सहसंयोजक (covalent) यौगिक है।
(b) इसमें Cs^{3+} एवं Br^- आयन होते हैं।
(c) इसमें Cs^+ एवं Br_3^- आयन होते हैं।
(d) इसमें Cs^+ , Br^- एवं लेटिस Br_2 अणु होते हैं।

7. (i) एक हाइड्रोकार्बन A, जिसका सूत्र C_8H_{10} है, ओजोनोलिसिस करने पर केवल यौगिक B ($C_4H_6O_2$) देता है। यौगिक B, अल्किल ब्रोमाइड, C (C_3H_5Br) पर शुष्क ईयर में मैग्नीशियम एवं तत्पश्चात् कार्बनडाइऑक्साइड की अभिक्रिया और अम्लीकरण (acidification) से भी प्राप्त किया जा सकता है। A, B और C का निर्धारण कीजिये तथा अभिक्रियाओं के लिए रासायनिक समीकरण दीजिए।

(3)

- (ii) यौगिक D ($C_8H_{10}O$) आयोडीन के क्षारीय विलयन के साथ अभिक्रिया करके पीला अवक्षेप देता है। निस्पन्द (filtrate) अम्लीकरण करने पर सफेद ठोस E ($C_7H_6O_2$) देता है। D और E की संरचना लिखिए तथा E के निर्माण (formation) की व्याख्या (explain) कीजिये। (2)

(5 × 1 = 5)

8.

- (i) निम्नलिखित यौगिकों को द्विध्रुव आघूर्ण (dipole moment) के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिये।

टालुईन (I) , m-डाईक्लोरोबेन्जीन (II) ,
o-डाईक्लोरोबेन्जीन (III) , p-डाईक्लोरोबेन्जीन (IV)

- (a) $I < IV < II < III$ (b) $IV < I < II < III$
(c) $IV < I < III < II$ (d) $IV < II < I < III$

- (ii) KF और HF के संयोजन से KHF_2 बनता है। इस यौगिक में निम्न उपस्थित है :

- (a) K^+ , F^- और H^+ (b) K^+ , F^- और HF
(c) K^+ और $[HF_2]^-$ (d) $[KHF]^+$ और F^-

- (iii) कॉपर सल्फेट के जलीय घोल में KCN अधिकता में मिलाने से कौनसा पदार्थ बनता है ?

- (a) $Cu(CN)_2$ (b) $K_2[Cu(CN)_4]$
(c) $K[Cu(CN)_2]$ (d) $K_3[Cu(CN)_4]$

- (iv) कौनसा यौगिक तनु HNO_3 में नहीं घुलता है ?

- (a) HgS (b) PbS (c) CuS (d) CdS

- (v) सोडियम थायोसल्फेट निम्न प्रकार से तैयार किया जाता है :

- (a) Na_2SO_4 घोल का H_2S द्वारा अपचयन
(b) Na_2SO_3 घोल को S के साथ क्षारीय माध्यम में उबालना
(c) $H_2S_2O_3$ घोल का NaOH द्वारा उदासीनीकरण (neutralisation)
(d) Na_2SO_3 घोल को S के साथ अम्लीय माध्यम में उबालना।

9. (i) 3-इथायल-2-पेन्टीन से निम्न अभिक्रिया स्थितियों (reaction conditions) में बने मुख्य आरगेनिक उत्पादों की संरचनाएं (structures) दीजिए। (3)

- (a) परऑक्साइड की उपस्थिति में HBr
(b) Br_2/H_2O
(c) $Hg(OAc)_2/H_2O$; $NaBH_4$

- (ii) एक ध्रुवण घूर्णक (optically active) अल्कोहल $A(C_6H_{10}O)$ का एक मोल, हाइड्रोजन के दो मोल का उत्प्रेरकी (catalytic) अवशोषण करके उत्पाद B देता है। यौगिक B, CrO_3 द्वारा ऑक्सीकरण का प्रतिरोधी (resistant) है तथा ध्रुवण घूर्णकता (optical activity) नहीं दर्शाता है। A और B की संरचनाएं निकालिए। (2)

10. (i) प्लेटिनम इलेक्ट्रोडों का प्रयोग करके Na_2SO_4 के तनु जलीय विलयन का वैद्युत अपघटन (electrolyze) किया जाता है। एनोड और कैथोड पर निम्न उत्पाद बनते हैं : (5 x 1 = 5)

- (a) O_2, H_2 (b) $S_2O_8^{2-}, Na$
(c) O_2, Na (d) $S_2O_8^{2-}, H_2$

- (ii) एक पात्र (container) के छेद से H_2 के x ml 5 सेकंड में निःसरित (effuse) होते हैं। निम्न गैसों के उसी आयतन को समरूप (identical) स्थितियों में निःसरण (effusion) होने में कितना समय लगेगा ?

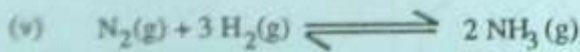
- (a) 10 सेकंड : He (b) 20 सेकंड : O_2
(c) 25 सेकंड : CO (d) 55 सेकंड : CO_2

- (iii) $N_2O_4(g)$ के एक मोल को बन्द पात्र (closed container) में 300K और एक एटमोस्फियर पर रखा जाता है। इसे 600K तक गरम करने पर $N_2O_4(g)$ का $NO_2(g)$ में विभाजन (decomposition) मात्रा (mass) के हिसाब से 20% हो जाता है। परिणामी दबाव (resultant pressure) निम्न होगा :

- (a) 1.2 atm (b) 2.4 atm (c) 2.0 atm (d) 1.0 atm

उप-प्रश्नों (iv) तथा (v) में खाली स्थान (blanks) भरिये (प्रत्येक खाली स्थान में दो शब्दों से अधिक मत लिखिए)।

- (iv) जब N_2, N_2^+ में परिवर्तित होता है, N-N बन्धन दूरी ----- है और जब O_2, O_2^+ में बदलता है, O-O बन्धन दूरी ----- है।



साम्यावस्था (equilibrium) स्थापित होने पर उपरोक्त अभिक्रिया पर दबाव दस गुना बढ़ा देने पर K_p का मान ----- जाता है।

11. (i) द्रव बेन्जीन (घनत्व = $0.877 g ml^{-1}$) का ग्राम अणुक आयतन (molar volume) $20^\circ C$ पर वाष्पित (vaporise) होने पर 2750 गुना बढ़ जाता है और द्रव टालुईन (घनत्व = $0.867 g ml^{-1}$) का $20^\circ C$ पर 7720 गुना बढ़ता है। $20^\circ C$ पर बेन्जीन और टालुईन के विलयन का वाष्प दबाव (vapour pressure) 46.0 टार (torr) है। विलयन के ऊपर वाष्प में बेन्जीन का ग्राम अणुक भिन्न (mole fraction) निकालिए। (3)

- (ii) रेडियोएक्टिव क्षय (decay) के आधार पर ^{227}Ac की अर्ध आयु (half life) 22.0 वर्ष है। क्षय दो समानान्तर पथों (paths) का अनुसरण (follows) करता है, एक से ^{227}Th तथा दूसरे से ^{223}Fr प्राप्त होता है। इन दोनों संतति केन्द्रकों (daughter nuclides) की प्रतिशत प्राप्ति (yield) क्रमशः 2.0 और 98.0 है। प्रत्येक पथ के लिए क्षय स्थिरांक (decay constant), (λ) की गणना कीजिए। (2)

12. (i) FeSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ और क्रोम एलम के जलीय घोल को Na_2O_2 की अधिकता में गरम करके छान लिया जाता है। निम्नलिखित पदार्थ मिलते हैं : (1)

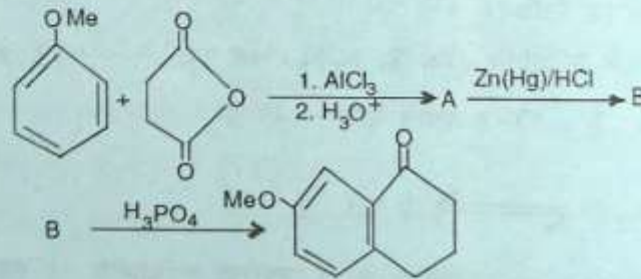
- (a) रंगहीन निस्पंद (filtrate) और हरा अवशेष (residue)
 (b) पीला निस्पंद और हरा अवशेष
 (c) पीला निस्पंद और भूरा अवशेष
 (d) हरा निस्पंद और भूरा अवशेष।

- (ii) कैल्शियम, नाइट्रोजन में जलने पर सफेद चूर्ण बनाता है जो पानी की पर्याप्त मात्रा में घुलने पर गैस (A) तथा क्षारीय घोल देता है। यह घोल वायु के प्रभाव (exposure) से सतह पर पतली ठोस परत (thin solid layer) (B) देता है। योगिकों A और B का निर्धारण कीजिये। (2)

- (iii) $[\text{Cr}(\text{NH}_3)_5\text{CO}_3]\text{Cl}$ का IUPAC नाम लिखिए। (1)

- (iv) अरजेन्टाइट और KCN की अभिक्रिया के लिए संतुलित रासायनिक समीकरण लिखिए तथा विलयन में बने उत्पादों के नाम लिखिए। (1)

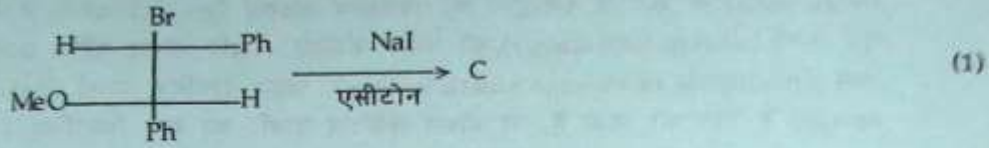
13. (i) निम्नलिखित अभिक्रिया अनुक्रम (reaction sequence) में मध्यवर्ती / उत्पादों (intermediates/products) की संरचनाएँ (structures) बताइए। (2)



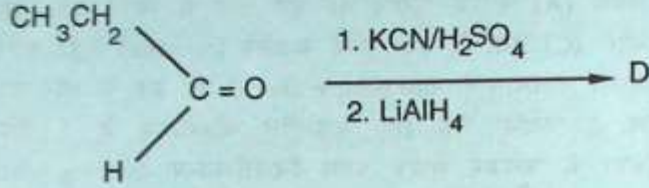
- (ii) बेन्जोइक अम्ल का बेन्जीन में हिमांक अवनमन (depression in freezing point) द्वारा निकाला गया अणुभार (molecular weight) निम्नलिखित के तदनुरूपी होना चाहिए (corresponds to) (1)

- (a) बेन्जोइक अम्ल का आयनीकरण
 (b) बेन्जोइक अम्ल का द्वितयन (dimerization)
 (c) बेन्जोइक अम्ल का त्रितयन (trimerization)
 (d) बेन्जोइक अम्ल का विलायकीयन (solvation)।

(iii) निम्न अभिक्रिया में उत्पाद की संरचना लिखिए ।



(iv) निम्न अभिक्रिया को समुचित संरचना (appropriate structure) के साथ पूर्ण करिये । (1)



14. (i) एक अल्किल हेलाइड, X, जिसका सूत्र $\text{C}_6\text{H}_{13}\text{Cl}$ है, पोटेशियम टरशियरी ब्यूटाक्साइड के साथ अभिक्रिया करके दो, Y एवं Z समावयवी (isomeric) अल्कीन्स (C_6H_{12}) देता है । दोनों अल्कीन हाइड्रोजनेशन करने पर 2,3-डाइमेथिल ब्यूटेन देते हैं । X, Y एवं Z की संरचनाएं बताइए । (3)
- (ii) प्रकाश की उपस्थिति में टालुईन, ब्रोमीन के साथ अभिक्रिया करके बेन्जिल ब्रोमाइड और FeBr_3 की उपस्थिति में p-ब्रोमोटालुईन बनाती है । उपरोक्त तथ्यों की विवेचना करिये । (2)
15. (i) P_4O_{10} की संरचना (structure) खींचिये। P-O, एकल (single) बन्धन तथा द्विबंधन (double bond) की संख्या बताइए । (3)
- (ii) LiF और LiI में बन्धनों (bonding) की प्रकृति (nature) के अन्तर की विवेचना करिये । (2)
16. (i) NH_4^+ का पानी में 25°C पर आयनन नियतांक (ionisation constant) 5.6×10^{-10} है । अभिक्रिया $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ का वेग नियतांक 25°C पर $3.4 \times 10^{10} \text{ L.mol}^{-1}\text{s}^{-1}$ है । पानी से अमोनिया को प्रोटॉन स्थान्तरण (transfer) का वेग नियतांक (rate constant) निकालिए । (3)
- (ii) हाइड्रोजन परमाणु को प्रोटॉन समझिए जो त्रिज्या (radius) a_0 , (बोर त्रिज्या) के कोटर (cavity) में अंतः स्थापित (embedded) है जिसका आवेश (charge) इलेक्ट्रॉन को अनंततः (infinitely) धीरे कोटर में लाकर शून्य में उदासीन (neutralise) किया

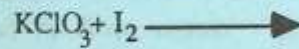
जाता है। उपरोक्त उदासीनीकरण प्रक्रम (neutralisation process) में किये कार्य (work done) के रूप में इलेक्ट्रॉन की निम्नतम अवस्था (ground state) में औसत पूर्ण ऊर्जा (average total energy) की गणना कीजिए। यदि औसत गतिज ऊर्जा का मान (magnitude of average kinetic energy) औसत स्थितिज ऊर्जा (potential energy) के मान का आधा है, तो औसत स्थितिज ऊर्जा का मान निकालिए। (2)

17. (i) $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ के विलयन में धीरे धीरे KI विलयन मिलाने पर आरंभ में गहरा भूरा अवक्षेप बनता है और KI के आधिक्य में अवक्षेप घुलकर पीला निर्मल घोल देता है। उपरोक्त अभिक्रिया के लिए रासायनिक समीकरण दीजिए। (2)

(ii) एक रंगहीन अकार्बनिक लवण (A) करीब 250°C पर पूर्ण रूप से विच्छेदित होकर केवल दो उत्पाद, (B) और (C) देता है तथा कोई अवशेष (residue) नहीं बचता है। आक्साइड (C), सामान्य तापमान (room temperature) पर द्रव है और गीले लिटमस पेपर से उदासीन है जबकि गैस (B) उदासीन ऑक्साइड है। सफेद फ्लूओरोस (B) की अधिकता में जलकर सफेद प्रबल निर्जलीकारक (strong white dehydrating agent) बनाता है। उपरोक्त प्रक्रम (process) में होने वाली अभिक्रियाओं के लिए सन्तुलित रासायनिक समीकरण लिखिए। (3)

18. (i) कॉपर और जिंक के प्रथम एवं द्वितीय आयनन विभवों (ionisation potentials) की गुणात्मक तुलना कीजिए। प्रेक्षण (observation) की विवेचना कीजिए। (2)

(ii) निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों को पूर्ण कीजिए :



ऊपर दिए अभिक्रियाओं में बने उत्पादों का औचित्य बताइये (Justify)। (3)

19. (5 x 1 = 5)

(i) कौन सा हेलाइड न्यूनतम स्थायी (least stable) है और जिसका अस्तित्व (existence) संदेहात्मक (doubtful) है ?

(a) Cl_4 (b) GeI_4 (c) SnI_4 (d) PbI_4

(ii) कौनसा आक्साइड उदासीन (neutral) है ?

(a) CO (b) SnO_2 (c) ZnO (d) SiO_2

(iii) निम्न में से किसमें अधिकतम (maximum) अयुगलित (unpaired) इलेक्ट्रॉन हैं ?

(a) Mg^{2+} (b) Ti^{3+} (c) V^{3+} (d) Fe^{2+}

(iv) निम्न को अम्ल शक्ति (acid strength) के घटते क्रम में व्यवस्थित करिये :

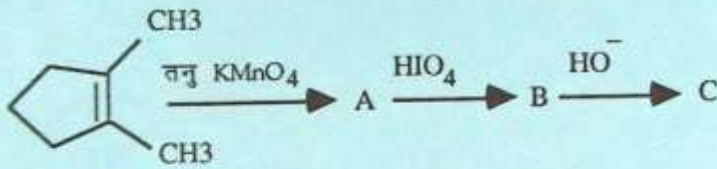
ClOH (I) BrOH (II) IOH (III)

- (a) I > II > III (b) II > I > III
(c) III > II > I (d) I > III > II

(v) $^{27}_{13}\text{Al}$ स्थायी आइसोटोप है। $^{29}_{13}\text{Al}$ का विघटन (disintegration) निम्न प्रकार से होगा :

- (a) α उत्सर्जन (emission) (b) β क्षय (decay)
(c) पॉज़ीट्रॉन क्षय (d) प्रोटॉन क्षय

20. (i) लुप्त योगिकों (missing compounds) की समुचित संरचना सुझाइए।
(कार्बन परमाणुओं की संख्या अभिक्रियाओं के दौरान बदलती नहीं है।) (3)



(ii) बेन्जीन से m-ब्रोमोआयडोबेन्जीन किस प्रकार तैयार करेंगे ?
(5-7 पदों (steps) से अधिक नहीं) (2)

MA

गणित
1996

261604

समय : तीन घंटे

पूर्णांक : 100

- सूचना : (1) इस प्रश्नपत्र में 20 प्रश्न हैं। प्रत्येक प्रश्न का उत्तर नए पृष्ठ से शुरू करें।
(2) सभी प्रश्न करने हैं।
(3) उत्तर केवल उसी भाषा में लिखें जो आपके प्रवेश पत्र में दी गई है।
(4) प्रश्नों के उत्तर में केवल इन्डो-अरबी (Indo-Arabic) अंकों (0, 1, 2, ..., 9) का ही प्रयोग करें।
(5) ऋणात्मक अंक नहीं दिये जाएंगे।
(6) प्रश्नों के अंक दाहिने हाशिये के कोष्ठों में दिये गए हैं।
(7) हर प्रश्न के सभी भागों के उत्तर एक ही स्थान पर दें।
(8) परिकलक (calculator), परिकलन पट्टिका (slide rule), लघुगणकीय (logarithmic), त्रिकोणमितीय (trigonometric) तथा सांख्यिकी (statistical) सारणी व ग्राफ पेपर का प्रयोग वर्जित है।

1. इस प्रश्न में चार भाग हैं। प्रत्येक भाग में केवल एक सही उत्तर है। प्रत्येक भाग में सही उत्तर को अपनी उत्तर-पुस्तिका में A, B, C अथवा D अक्षर लिख कर दर्शाएँ। उत्तर उसी क्रम में लिखें जिस क्रम में भाग लिखे गए हैं।

- (i) तीन घटनाओं (events) A, B एवं C के लिए प्रायिकताओं (probabilities) $P(A$ अथवा B में केवल एक घटित होती है (occurs) $) = P(B$ अथवा C में केवल एक घटित होती है $) = P(A$ अथवा C में केवल एक घटित होती है $) = p$ तथा P (तीनों घटनाएँ एक साथ घटित होती हैं $) = p^2$, जहाँ $0 < p < \frac{1}{2}$ है। तीनों घटनाओं A, B और C में कम से कम एक के घटित होने की प्रायिकता है :

(A) $\frac{3p + 2p^2}{2}$

(B) $\frac{p + 3p^2}{4}$

(C) $\frac{p + 3p^2}{2}$

(D) $\frac{3p + 2p^2}{4}$

(2)

- (ii) बिन्दु (point) P से वृत्त (circle) $x^2 + y^2 + 4x - 6y + 9 \sin^2 \alpha + 13 \cos^2 \alpha = 0$ पर खींचे गए स्पर्श रेखायुग्म (pair of tangents) के मध्य का कोण (angle) 2α है। बिन्दु P के बिन्दुपथ (locus) का समीकरण (equation) है :

(A) $x^2 + y^2 + 4x - 6y + 4 = 0$

(B) $x^2 + y^2 + 4x - 6y - 9 = 0$

(C) $x^2 + y^2 + 4x - 6y - 4 = 0$

(D) $x^2 + y^2 + 4x - 6y + 9 = 0$

(1)

(iii) $\sec^2 \theta = \frac{4xy}{(x+y)^2}$ सत्य है, यदि और केवल यदि (if and only if)

- (A) $x + y \neq 0$ (B) $x = y, x \neq 0$
 (C) $x = y$ (D) $x \neq 0, y \neq 0$ (1)

(iv) घनात्मक पूर्णाकों (positive integers) n_1, n_2 के लिए व्यंजक (expression) $(1+i)^{n_1} + (1+i^3)^{n_1} + (1+i^5)^{n_2} + (1+i^7)^{n_2}$, जहाँ $i = \sqrt{-1}$ है, का मान एक वास्तविक संख्या (real number) है, यदि और केवल यदि

- (A) $n_1 = n_2 + 1$ (B) $n_1 = n_2 - 1$
 (C) $n_1 = n_2$ (D) $n_1 > 0, n_2 > 0$ (1)

2. a के ऐसे मानों के अंतरालों (intervals) को ज्ञात करें जिनके लिए रेखा (line) $y + x = 0$ बिन्दु $\left(\frac{1+\sqrt{2}a}{2}, \frac{1-\sqrt{2}a}{2}\right)$ से वृत्त $2x^2 + 2y^2 - (1 + \sqrt{2}a)x - (1 - \sqrt{2}a)y = 0$ पर खींची गई दो जीवाओं (chords) को द्विभाजित (bisect) करती है। (5)

3. इस प्रश्न में चार अधूरे कथन दिए गए हैं। प्रत्येक रिक्त स्थान के लिए ऐसा उत्तर सुनिश्चित करें ताकि कथन पूर्ण तथा सही हो जाए। उत्तर-पुस्तिका में कथन को पूर्ण करनेवाला उत्तर ही लिखें। उत्तर उसी क्रम में लिखें जिस क्रम में कथन दिए गए हैं।

(i) एक दीर्घवृत्त (ellipse) की उल्लेन्द्रता (eccentricity) $\frac{1}{2}$ और एक नाभि (focus) बिन्दु $P\left(\frac{1}{2}, 1\right)$ पर है। इसकी एक नियता (directrix) वृत्त $x^2 + y^2 = 1$ और अतिपरवलय (hyperbola) $x^2 - y^2 = 1$ की बिन्दु P के निकट स्थित उभयनिष्ठ स्पर्श रेखा (common tangent) है। दीर्घवृत्त का मानक रूप (standard form) समीकरण है। (2)

(ii) यदि f एक अंतराल $(-5, 5)$ में परिभाषित (defined) सम फलन (even function) है तो समीकरण

$$f(x) = f\left(\frac{x+1}{x+2}\right)$$

को संतुष्ट करने वाले x के चार वास्तविक मान _____, _____, _____ और _____ हैं। (1)

(iii) समीकरण $\tan^2 \theta + \sec 2\theta = 1$ को संतुष्ट करने वाले θ का व्यापक मान (general value) _____ है। (1)

(iv) किसी भी विषम (odd) पूर्णांक $n \geq 1$ के लिए

$$n^3 - (n-1)^3 + \dots + (-1)^{n-1} 1^3 = \dots (1)$$

4. एक वक्र (curve) $y = f(x)$ बिन्दु $P(1,1)$ से होकर जाता है। बिन्दु P पर वक्र का अभिलम्ब (normal) $a(y-1) + (x-1) = 0$ है। यदि वक्र पर स्थित किसी भी बिन्दु पर स्पर्श रेखा (tangent) की प्रवणता (slope) बिन्दु की कोटि (ordinate) के समानुपातिक (proportional) हो तो वक्र का समीकरण ज्ञात करें। y -अक्ष (y -axis), वक्र और बिन्दु P पर वक्र के अभिलम्ब द्वारा परिबद्ध क्षेत्र (area bounded) का क्षेत्रफल (area) भी ज्ञात करें। (5)

5. (a) बिन्दु A, B और C परवलय (parabola) $y^2 = 4ax$ पर स्थित हैं। परवलय की A, B और C पर स्पर्श रेखाएँ, जोड़ी में लेने पर (taken in pairs), बिन्दु P, Q और R पर प्रतिच्छेद (intersect) करती हैं। त्रिभुज ABC और PQR के क्षेत्रफलों का अनुपात (ratio) ज्ञात करें। (3)

- (b) वे सभी शून्येतर (non-zero) सम्मिश्र संख्याएँ (complex numbers) ज्ञात करें जो $\bar{Z} = iZ^2$ को संतुष्ट करती हैं। (2)

6. $a > 0, d > 0$ मानकर सारणिक (determinant) का मान निकालें।

$$\begin{vmatrix} \frac{1}{a} & \frac{1}{a(a+d)} & \frac{1}{(a+d)(a+2d)} \\ \frac{1}{(a+d)} & \frac{1}{(a+d)(a+2d)} & \frac{1}{(a+2d)(a+3d)} \\ \frac{1}{(a+2d)} & \frac{1}{(a+2d)(a+3d)} & \frac{1}{(a+3d)(a+4d)} \end{vmatrix} \quad (5)$$

7. फलन $f(x) = \frac{1}{8} \ln x - bx + x^2, x > 0,$ जहाँ $b \geq 0$ एक अचल है, के उच्चिष्ठ (maxima) एवं निम्निष्ठ (minima) बिन्दु ज्ञात करें। (5)

8. एक चतुष्फलक (tetrahedron) $ABCD$ के शीर्ष (vertices) A, B और C के स्थिति सदिश (position vectors) क्रमशः $\hat{i} + \hat{j} + \hat{k}, \hat{i}$ और $3\hat{i}$ हैं। शीर्ष D से सम्मुख फलक (opposite face) पर शीर्षलम्ब (altitude) त्रिभुज (triangle) ABC की A से होकर जाने वाली माध्यिका रेखा (median line) को बिन्दु E पर मिलता है। यदि भुजा (side) AD की लम्बाई 4 और चतुष्फलक का आयतन (volume) $\frac{2\sqrt{2}}{3}$ है तो बिन्दु E की सभी संभव स्थितियों के लिए उसके स्थिति सदिश ज्ञात करें। (5)

9. (a) समीकरण $x^3 - x^2 + \beta x + \gamma = 0$

को संतुष्ट करने वाली वास्तविक संख्याएँ x_1, x_2, x_3 समान्तर श्रेणी (A.P.) में हैं। उन अंतरालों (intervals) को ज्ञात करें जिनमें β और γ स्थित होंगे। (3)

- (b) बिन्दु A से वृत्त $x^2 + y^2 = \frac{a^2}{2}$ तथा परवलय $y^2 = 4ax$ पर उभयनिष्ठ स्पर्श रेखाएँ खींची जाती हैं। उभयनिष्ठ स्पर्श रेखाओं, वृत्त की संस्पर्श जीवा (chord of contact) और परवलय की संस्पर्श जीवा द्वारा बनाए गए चतुर्भुज (quadrilateral) का क्षेत्रफल ज्ञात करें। (2)

10. एक फलन $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, जहाँ \mathbb{R} वास्तविक संख्याओं का समुच्चय (set) है, को

$$f(x) = \frac{\alpha x^2 + 6x - 8}{\alpha + 6x - 8x^2}$$

- द्वारा परिभाषित किया गया है। α के उन मानों का अंतराल ज्ञात करें जिनके लिए f आच्छादक (onto) है। क्या $\alpha = 3$ के लिए फलन एकैकी (one-to-one) है? अपने उत्तर का औचित्य बताएँ। (5)

11. (a) माना वक्र $y = (\tan x)^n$ और रेखाओं $x = 0, y = 0$ व $x = \frac{\pi}{4}$ द्वारा परिवद्ध क्षेत्र का क्षेत्रफल A_n है। सिद्ध करें कि $n > 2$ के लिए

$$A_n + A_{n-2} = \frac{1}{n-1}$$

और निगमन करें (deduce)

$$\frac{1}{2n+2} < A_n < \frac{1}{2n-2} \quad (3)$$

- (b) एक आयत (rectangle) PQRS की भुजा PQ रेखा $y = mx$ के समान्तर (parallel) है और शीर्ष P, Q व S क्रमशः रेखाओं $y = a, x = b$ व $x = -b$ पर स्थित है। शीर्ष R का बिन्दुपथ ज्ञात करें। (2)

12. इस प्रश्न में तीन अधूरे कथन दिए गए हैं। प्रत्येक रिक्त स्थान के लिए ऐसा उत्तर सुनिश्चित करें ताकि कथन पूर्ण तथा सही हो जाए। उत्तर-पुस्तिका में कथन को पूर्ण करनेवाला उत्तर ही लिखें। उत्तर उसी क्रम में लिखें जिस क्रम में कथन दिए गए हैं।

(i) माना $f(x) = [x] \sin\left(\frac{\pi}{[x+1]}\right)$,

जहाँ $[\cdot]$ महत्तम पूर्णांक फलन (greatest integer function) को निरूपित (denote) करता है। f का प्रांत (domain) ----- है और f के प्रांत में असतत बिन्दु (points of discontinuity) ----- है। (2)

(ii) व्यंजक

$$1.(2 - \omega)(2 - \omega^2) + 2.(3 - \omega)(3 - \omega^2) + \dots + (n-1).(n - \omega)(n - \omega^2),$$

जहाँ ω एक का काल्पनिक घनमूल (imaginary cube root of unity) है, का मान ----- है। (2)

- (iii) वृत्त $x^2 + y^2 - 2x = 0$ द्वारा रेखा $y = x$ पर काटा गया अंतः खंड (intercept) AB है। ऐसा वृत्त, जिसका एक व्यास (diameter) AB है, का समीकरण ----- है। (1)

13. इस प्रश्न में तीन अधूरे कथन दिए गए हैं। प्रत्येक रिक्त स्थान के लिए ऐसा उत्तर सुनिश्चित करें ताकि कथन पूर्ण तथा सही हो जाए। उत्तर-पुस्तिका में कथन को पूर्ण करनेवाला उत्तर ही लिखें। उत्तर उसी क्रम में लिखें जिस क्रम में कथन दिए गए हैं।

(i) माना n और k ऐसे घनात्मक पूर्णांक हैं कि $n \geq \frac{k(k+1)}{2}$ है।

$x_1 + x_2 + \dots + x_k = n$ को संतुष्ट करने वाले हलों (solutions)

(x_1, x_2, \dots, x_k) जहाँ $x_1 \geq 1, x_2 \geq 2, \dots, x_k \geq k$ तथा सभी पूर्णांक हैं, की संख्या _____ है। (2)

(ii) यदि शून्येतर x के लिए $af(x) + bf\left(\frac{1}{x}\right) = \frac{1}{x} - 5$, जहाँ $a \neq b$ है, तो

$\int_1^2 f(x) dx = \dots$ होगा। (2)

(iii) $\lim_{x \rightarrow 0} \left(\frac{1+5x^2}{1+3x^2} \right)^{\frac{1}{x^2}} = \dots$ (1)

14. (a) माना

$$f(x) = \begin{cases} x e^{ax}, & x \leq 0 \\ x + ax^2 - x^3, & x > 0 \end{cases}$$

जहाँ a एक घनात्मक अचल (constant) है। उस अंतराल को ज्ञात करें जिसमें $f'(x)$ वर्धमान (increasing) है। (3)

(b) $\int \frac{(x+1)}{x(1+x e^x)^2} dx$ का मान निकालें। (2)

15. मूल बिंदु (origin) से जाने वाले उस वक्र का समीकरण, $y = f(x)$ रूप में, ज्ञात करें जो अवकल समीकरण (differential equation)

$$\frac{dy}{dx} = \sin(10x + 6y) \text{ को संतुष्ट करे।} \quad (5)$$

16. (a) गणितीय आगमन (mathematical induction) के प्रयोग द्वारा सिद्ध करें कि $(3^{2^n} - 1)$, सभी पूर्णांकों $n \geq 1$ के लिए 2^{n+2} द्वारा विभाज्य (divisible) है परन्तु 2^{n+3} द्वारा विभाज्य नहीं है। (3)

(b) अंतराल $\left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right)$ में θ के उन सभी मानों को ज्ञात करें जो समीकरण

$$(1 - \tan \theta)(1 + \tan \theta) \sec^2 \theta + 2 \tan^2 \theta = 0 \text{ को संतुष्ट करते हैं।} \quad (2)$$

17. दो वैनो (vans) में प्रत्येक की सीटें (seats) अंकित (numbered) हैं तथा दोनों ही वैनो में तीन सीटें आगे और चार सीटें पीछे हैं। तीन बालिकाओं तथा नौ बालकों को इन वैनो में बैठाने के कितने तरीके हैं? यदि तीनों बालिकाओं को एक साथ पीछे की

निकटवर्ती (adjacent) सीटों पर बैठाना हो तो बैठाने के कितने तरीके हो सकते हैं ? यदि बैठाने के सभी तरीके समप्रायिक (equally likely) हों तो तीनों बालिकाओं के एक साथ पीछेवाली निकटवर्ती सीटों पर बैठे होने की प्रायिकता क्या है ? (5)

18. एक वृत्त तीन बिंदुओं A, B और C से हो कर जाता है और रेखा खंड (line segment) AC उसका एक व्यास है। बिंदु A से हो कर जाने वाली एक रेखा जीवा BC को वृत्त के अंदर बिंदु D पर प्रतिच्छेद करती है। यदि कोण (angles) DAB और CAB क्रमशः α और β हैं तथा बिंदु A और रेखा खंड DC के मध्य बिंदु (mid point) के बीच की दूरी d है, तो सिद्ध करें कि वृत्त का क्षेत्रफल

$$\frac{\pi d^2 \cos^2 \alpha}{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + 2 \cos \alpha \cos \beta \cos (\beta - \alpha)} \text{ होगा।} \quad (5)$$

19. इस प्रश्न में तीन अधूरे कथन दिए गए हैं। प्रत्येक रिक्त स्थान के लिए ऐसा उत्तर सुनिश्चित करें ताकि कथन पूर्ण तथा सही हो जाए। उत्तर-पुस्तिका में कथन को पूर्ण करनेवाला उत्तर ही लिखें। उत्तर उसी क्रम में लिखें जिस क्रम में कथन दिए गए हैं।

- (i) एक शून्येतर सदिश (vector), \vec{a} , सदिश \hat{i} , $\hat{i} + \hat{j}$ द्वारा निर्धारित समतल (plane) और सदिश $\hat{i} - \hat{j}$, $\hat{i} + \hat{k}$ द्वारा निर्धारित समतल की प्रतिच्छेद रेखा के समान्तर है। सदिश \vec{a} और सदिश $\hat{i} - 2\hat{j} + 2\hat{k}$ के मध्य का कोण ----- है। (2)

- (ii) $n > 0$ के लिए,

$$\int_0^{2\pi} \frac{x \sin^{2n} x}{\sin^{2n} x + \cos^{2n} x} dx = \text{-----} \quad (2)$$

- (iii) यदि $x e^{xy} = y + \sin^2 x$ हो तो $x=0$ पर $\frac{dy}{dx} = \text{-----}$ होगा। (1)

20. इस प्रश्न में तीन अधूरे कथन दिए गए हैं। प्रत्येक रिक्त स्थान के लिए ऐसा उत्तर सुनिश्चित करें ताकि कथन पूर्ण तथा सही हो जाए। उत्तर-पुस्तिका में कथन को पूर्ण करनेवाला उत्तर ही लिखें। उत्तर उसी क्रम में लिखें जिस क्रम में कथन दिए गए हैं।

- (i) यदि \vec{b} और \vec{c} कोई भी दो असंरेख (non-collinear) मात्रक सदिश (unit vectors) हैं और \vec{a} कोई सदिश है तो

$$(\vec{a} \cdot \vec{b}) \vec{b} + (\vec{a} \cdot \vec{c}) \vec{c} + \frac{\vec{a} \cdot (\vec{b} \times \vec{c})}{|\vec{b} \times \vec{c}|} (\vec{b} \times \vec{c}) = \text{-----} \quad (2)$$

- (ii) यदि $f(x) = \sin^2 x + \sin^2 \left(x + \frac{\pi}{3}\right) + \cos x \cos \left(x + \frac{\pi}{3}\right)$ और $g\left(\frac{5}{4}\right) = 1$, है तो $(g \circ f)(x) = \text{-----}$ (2)

- (iii) एक त्रिभुज ABC में $a:b:c = 4:5:6$ है। परिवृत्त (circumcircle) की त्रिज्या का अंतर्वृत्त (incircle) की त्रिज्या से अनुपात (ratio) ----- है। (1)

PH

भौतिकी
1996

पूर्णांक : 100

समय : तीस घण्टे

- दुबना : (1) इस प्रश्नपत्र में 15 प्रश्न हैं। हर नये प्रश्न का उत्तर नये पृष्ठ पर आरंभ कीजिए।
- (2) सभी प्रश्न हल करने हैं।
- (3) उत्तर केवल आपके प्रवेशपत्र (admit card) में प्रदर्शित आपके द्वारा चुनी हुई भाषा में लिखे जाने चाहिए।
- (4) उत्तर लिखते समय केवल इन्डो-अरबी अंकों (0, 1, 2, -----, 9) के प्रयोग की अनुमति है, चाहे उत्तर लिखने के लिए आपकी चयनित भाषा कोई भी हो।
- (5) ऋणात्मक अंकन नहीं होगा।
- (6) दीयी ओर किनारे पर कोष्ठकों में दिये गये अंक प्रश्न के पूर्णांक दर्शाते हैं।
- (7) प्रत्येक प्रश्न के सभी भागों के उत्तर एक स्थान पर दीजिए।
- (8) लघुगणकीय सारणी (log table) का प्रयोग कर सकते हैं।
- (9) परिकलक (calculator) का प्रयोग वर्जित है।
- (10) उपयोगी आंकड़े :

निर्वात में प्रकाश का वेग $c = 3.0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

प्लैंक नियतांक $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ Js}$

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 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$

हवा में ध्वनि का वेग $v = 330 \text{ ms}^{-1}$

रिडबर्ग नियतांक $R_\infty = 1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$

नाप की गुप्त उष्मा $L_s = 540 \text{ kcal/kg}$

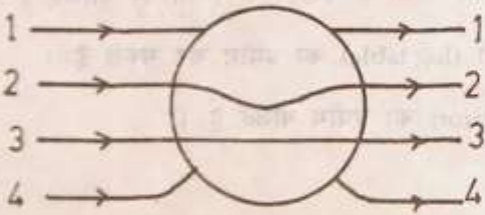
परमाणु द्रव्यमान मात्रक (ऊर्जा तुल्य) $u = 931.4 \text{ MeV}$

1. इस प्रश्न के प्रत्येक भाग में चार विकल्प दिये गये हैं जिनमें से एक या एक से अधिक विकल्प सही हैं। सही विकल्प (विकल्पों) का चयन कीजिए तथा संबन्धित अक्षर (अक्षरों) a,b,c,d को अपनी उत्तर पुस्तिका में प्रश्न के उस भाग के क्रमांक के सामने लिखिए। आपके उत्तरों में प्रश्न के भागों का क्रम वही होना चाहिए जो प्रश्न पत्र में है। प्रत्येक भाग के लिए अंक तभी दिए जायेंगे जब सभी सही विकल्प (विकल्पों) को तथा एक भी गलत विकल्प को न लिखा गया हो। (5 × 2 = 10)

- (ii) एक आवेशित बेलनाकार संधारित्र (capacitor) के बलयाकार अंतराल (annular region) में विद्युत-क्षेत्र की तीव्रता \vec{E} का परिमाण

- (a) सब बिन्दुओं पर एक समान है।
 (b) आन्तरिक बेलन के पास वाले बिन्दुओं की तुलना में बाहरी बेलन के पास वाले बिन्दुओं पर अधिक है।
 (c) $1/r$ के अनुरूप बदलता है। यहाँ r अक्ष से दूरी है।
 (d) $1/r^2$ के अनुरूप परिवर्तित होता है। यहाँ r अक्ष से दूरी है।

- (iii) धातु का बना एक ठोस गोला एक समांगी (uniform) विद्युत-क्षेत्र में रखा हुआ है। चित्र 1 में दिखाई गई रेखाओं में से सही बल रेखा

- (a) 1 है।  (चित्र 1)
 (b) 2 है।
 (c) 3 है।
 (d) 4 है।

- (iii) एक आदर्श गैस का तापमान 120K से 480 K तक बढ़ा दिया गया है। यदि 120K पर गैस के अणुओं का वर्ग-माध्य-मूल (root-mean-square) वेग v हो तो 480K पर इसका मान

- (a) $4v$ हो जाता है। (b) $2v$ हो जाता है।
 (c) $v/2$ हो जाता है। (d) $v/4$ हो जाता है।

- (iv) बिम्ब (object) की सभी स्थितियों के लिए निम्नलिखित में से कौन आभासी व सीधा प्रतिबिम्ब (image) बनाता है / बनाते हैं ?

- (a) उतल लेंस (b) अवतल लेंस
 (c) उतल दर्पण (d) अवतल दर्पण

- (v) निम्नलिखित में से किन ठोस पदार्थों में होल (holes) आवेश-वाहक (charge-carriers) हैं ?

- (a) नेत्र (intrinsic) अर्धचालक (b) आयनिक ठोस (ionic solids)
 (c) p-अर्धचालक (d) धातुएं

2. 10 m ऊँची पहाड़ी पर रखी हुई दो तोपें, कुछ समय के अन्तर पर एक-एक गोला, समान चाल $5\sqrt{3} \text{ m s}^{-1}$ से दागती हैं। एक गोला क्षैतिज दिशा में तथा दूसरा क्षैतिज दिशा से 60° का कोण बनाते हुए ऊपर की ओर दागा जाता है। यह दोनों गोले हवा में बिन्दु P पर टकराते हैं। (5)

- (i) गोलों के दागे जाने के बीच के अन्तराल (time-interval) का मान, तथा
(ii) बिन्दु P के निर्देशांकों (coordinates) के मान ज्ञात कीजिए। निर्देश मूल-बिन्दुओं (origin of coordinates) को पहाड़ी के आधार (foot of the hill) पर तोपों के मुहाने के ठीक नीचे तथा गोलों के प्रक्षेप-पथों (trajectories) को x-y तल (plane) में मान लें।

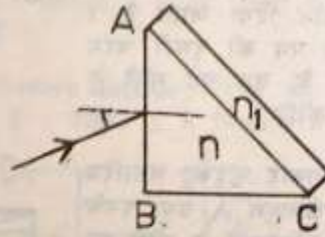
3. 27°C पर एक आदर्श एवम् एकपरमाण्विक (monoatomic) गैस के दो मोल (moles) आयतन V घेरते हैं। गैस रुद्धोष्म-प्रक्रम (adiabatic process) से आयतन 2V तक प्रसरित होती है। (5)

- (i) गैस के अन्तिम तापमान की,
(ii) गैस की आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन की, तथा
(iii) इस प्रक्रिया में गैस द्वारा किए गये कार्य की गणना कीजिए।

4. (a) एक झिरी (slit) के फ्रॉनहॉफर विवर्तन-चित्र (diffraction pattern) के केन्द्रीय-महत्तम की कोणीय-चौड़ाई (angular-width) को मापा गया है। इसमें प्रयोग हुये प्रकाश की तरंग-दैर्घ्य का मान 6000 \AA है। जब झिरी को दूसरे तरंग-दैर्घ्य वाले प्रकाश से प्रदीप्त किया जाता है तो कोणीय-चौड़ाई 30% घट जाती है। इस प्रकाश की तरंग-दैर्घ्य की गणना कीजिए। जब समस्त मूल (original) उपकरण को एक द्रव में डुबाया जाता है तो कोणीय-चौड़ाई में उतना ही ह्रास होता है। इस द्रव का अपवर्तनांक ज्ञात कीजिए। (2)

- (b) वायु में रखे n अपवर्तनांक वाले एक समकोणीय प्रिज्म ($45^\circ - 90^\circ - 45^\circ$) के विकर्ण-तल पर n_1 ($n_1 < n$) अपवर्तनांक वाली एक पट्टिका चिपका दी गई है। एक प्रकाश-किरण तल AB (चित्र 2) पर आपतित है। (3)

(चित्र 2)



- (i) तल AB पर आपतन-कोण का मान ज्ञात कीजिए जिससे कि किरण विकर्ण-तल पर क्रान्तिक कोण पर आपतित हो जाय।

(ii) यदि n का मान 1.352 हो तो तल AB पर किरण के उस आपतन-कोण का मान ज्ञात कीजिए जिसके लिये अपवर्तित (refracted) किरण विकर्ण-तल से अविचलित बाहर निकल जाय ।

5. (a) 10 henry प्रेरकत्व (inductance) तथा 2 ohm प्रतिरोध वाली एक परिनलिका (solenoid) को एक 10 volt की बैटरी से जोड़ा गया है । कितने समय में चुम्बकीय-ऊर्जा का मान अधिकतम मान का एक चौथाई हो जाएगा ? (3)

(b) हाइड्रोजन-जैसे एक परमाणु में एक इलेक्ट्रॉन किसी एक उत्तेजित अवस्था (excited state) में है, जिसमें सम्पूर्ण ऊर्जा (total energy) का मान -3.4 eV है। इलेक्ट्रॉन की (i) गतिज ऊर्जा तथा (ii) दे ब्राग्ली (de Broglie) तरंग-दैर्घ्य का मान ज्ञात कीजिये। (3)

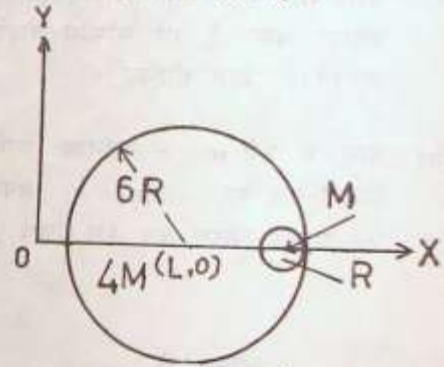
(c) किसी दिये हुए क्षण पर एक नमूने में 25 प्रतिशत अनाक्षयित (undecayed) रेडियो-धर्मी नाभिक (radio-active nuclei) हैं । 10 सेकिण्डों के बाद अनाक्षयित नाभिकों की संख्या 12.5% रह जाती है । (i) नाभिकों की माध्य-आयु, एवम् (ii) उस अन्तराल की गणना कीजिए जिसमें कि अनाक्षयित नाभिकों की संख्या घटे हुए नाभिकों की संख्या का 6.25% रह जाती है । (3)

(d) एक द्वि-झिरी (double-slit) उपकरण को 1.33 अपवर्तनांक वाले द्रव में डुबा दिया गया है । झिरियों के बीच की दूरी 1.0 mm, तथा झिरियों के तल एवम् परदे (screen) के बीच की दूरी 1.33 m है । झिरियों को एक समान्तर प्रकाश पुंज, जिसकी हवा में तरंग-दैर्घ्य 6300 \AA है, से प्रकाशित किया गया है । (3)

(i) फ्रिंज की चौड़ाई (fringe-width) ज्ञात कीजिए ।

(ii) अब दोनों में से एक झिरी को 1.53 अपवर्तनांक वाली कांच की पतली पट्टिका से ढक दिया गया है । परिणामतः निकटतम न्यूननिष्ठ-तीव्रता (adjacent minimum) अक्ष पर आ जाती है । पट्टिका की मोटाई ज्ञात कीजिए ।

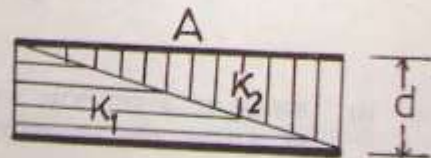
(e) त्रिज्या R वाले एक छोटे गोले को $6R$ त्रिज्या वाले बड़े गोले के अन्दर वाले तल के साथ रोक कर रखा गया है (चित्र 3) । छोटे तथा बड़े गोलों के द्रव्यमान क्रमशः M तथा $4M$ हैं। इस विन्यास (arrangement) को एक क्षैतिज मेज पर रखा गया है । सभी सम्पर्क-तलों के बीच कोई घर्षण नहीं है । अब छोटे गोले को छोड़ दिया जाता है । जब छोटा गोला अपने पथ की दूसरी चरम अवस्था में पहुँच जाता है, तब बड़े गोले के केन्द्र के निर्देशांक ज्ञात कीजिए ।



(चित्र 3)

(3)

6. (a) धारिता C वाले एक समान्तर पट्टिका संधारित्र की प्रत्येक पट्टिका का क्षेत्रफल A तथा इनके बीच की दूरी d है । पट्टिकाओं के बीच का स्थान चित्र-4 के अनुरूप दो वैजों (wedges), जिनके परावैद्युतांक क्रमशः K_1 तथा K_2 हैं, से भरा है । परिणामी संधारित्र की धारिता ज्ञात कीजिए ।



(चित्र 4)

(2)

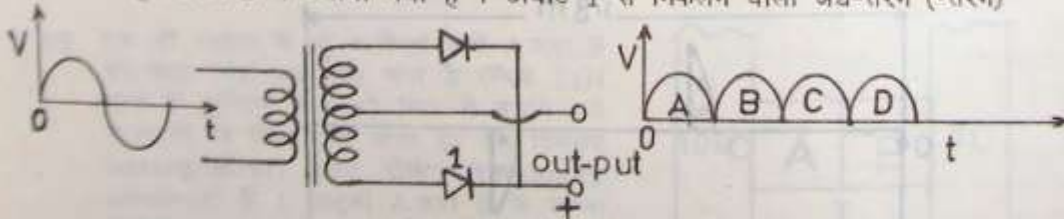
- (b) धातु के R तथा $2R$ त्रिज्याओं वाले दो विद्युत् (isolated) टोस गोलों इस प्रकार आवेशित किए गये हैं कि दोनों पर आवेश घनत्व (σ) समान है। गोलों एक दूसरे से बहुत दूरी पर रखे हुए हैं। अब वे एक पतली धात्विक तार द्वारा जोड़े दिये जाते हैं। बड़े गोलों पर नये आवेश-घनत्व का मान ज्ञात कीजिए। (3)
7. (a) 24°C वाले 100 gm पानी का तापमान भाप मिलाकर 90°C तक बढ़ा दिया जाता है। इस प्रक्रिया में काम आने वाली भाप का द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। (2)
- (b) 440 Hz आवृत्ति की ध्वनि निकालने वाली एक सीटी को 1.5 m लम्बे सूत्र (string) से बांध कर 20 rad s^{-1} के कोणीय वेग से क्षैतिज तल में घुमाया जाता है। काफी दूर लड़े दर्शक द्वारा सुनी जाने वाली ध्वनि की आवृत्ति परिसर (range of frequencies) ज्ञात कीजिए। (3)
8. एक इलेक्ट्रॉन, हाइड्रोजन परमाणु की निम्नतम ऊर्जा अवस्था में, R त्रिज्या वाली वृत्तीय कक्षा में वामवर्त दिशा में घूमता है (चित्र 5)। (5)

(चित्र 5)



- (i) कक्षीय चुम्बकीय द्विध्रुव आघूर्ण (orbital magnetic dipole moment) का व्यंजक ज्ञात कीजिए।
- (ii) इस परमाणु को एकसमान चुम्बकीय प्रेरण \vec{B} में इस प्रकार रखा जाता है कि इलेक्ट्रॉन-कक्षा का समतल अभिलम्ब चुम्बकीय प्रेरण की दिशा से 30° का कोण बनाता है। इलेक्ट्रॉन पर लगने वाला बल-आघूर्ण ज्ञात कीजिए।
9. इस प्रश्न के प्रत्येक भाग में चार विकल्प दिए गये हैं जिनमें से एक विकल्प सही है। सही विकल्प का चयन कीजिए तथा संबन्धित अक्षर a, b, c, d को अपनी उत्तरपुस्तिका में प्रश्न के उस भाग के क्रमांक के सामने लिखिये। आपके उत्तरों में प्रश्न के भागों का क्रम वही होना चाहिए जो प्रश्न पत्र में है। (5 x 2 = 10)

- (i) एक पूर्ण-तरंग दिष्टकारी (full-wave rectifier) परिपथ को इसके निर्गम (out-put) सहित चित्र 6 में दर्शाया गया है। डायोड 1 से निकलने वाली अर्ध-तरंग (-तरंग)



(चित्र 6)

- (a) C है। (b) A, C है। (c) B, D है। (d) A, B, C, D है।

- (ii) त्रिज्या R की एक पतली अर्धगोलाकार धात्विक बलय (ring) क्षैतिज चुम्बकीय क्षेत्र \vec{B} में इस प्रकार गिर रही है कि इसका तल ऊर्ध्वाधर (vertical) रहता है (चित्र-7)। जब यह बलय MNQ की स्थिति में पहुँचती है तब इसका वेग V है तथा अर्धगोलाकार बलय में उत्पन्न विभवान्तर



- (a) शून्य है।
 (b) $\frac{BV\pi R^2}{2}$ है तथा M उच्चतर विभव पर है।
 (c) $BV\pi R$ है तथा Q उच्चतर विभव पर है।
 (d) $2R BV$ है तथा Q उच्चतर विभव पर है।

- (iii) अगर पृथ्वी व सूर्य के बीच की दूरी वर्तमान दूरी की आधी होती तो एक वर्ष में दिनों की संख्या

- (a) 64.5 होती। (b) 129 होती। (c) 182.5 होती। (d) 730 होती।

- (iv) हुक के नियम का पालन करने वाली एक डोरी (string) का वर्धन (extension) x है। इस वर्धित डोरी में ध्वनि का वेग v है। यदि वर्धन बढ़ाकर $1.5x$ कर दिया जाय तो डोरी में ध्वनि का वेग

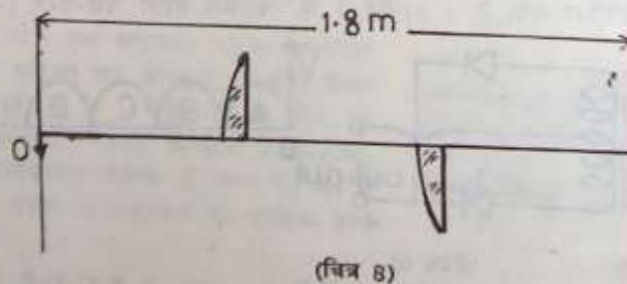
- (a) $1.22v$ होगा। (b) $0.61v$ होगा। (c) $1.50v$ होगा। (d) $0.75v$ होगा।

- (v) एक खुली नलिका का एक सिरा अचानक बन्द कर दिया गया है। परिणामतः बन्द नलिका के त्रितीय हारमोनिक की आवृत्ति खुली नलिका की मूल (fundamental) आवृत्ति से 100 Hz अधिक हो जाती है। खुली नलिका की मूल आवृत्ति

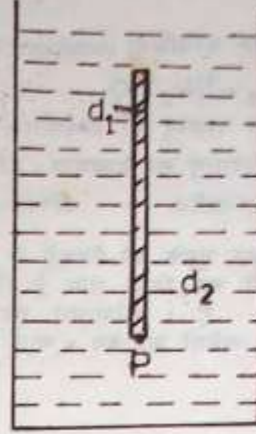
- (a) 200 Hz है। (b) 300 Hz है। (c) 240 Hz है। (d) 480 Hz है।

10. f फोकस दूरी के एक पतले समतल-उत्तल (plano-convex) लेंस को दो बराबर भागों में विभक्त कर दिया गया है। दोनों में से एक को प्रकशिक अस के साथ-साथ खिसका दिया गया है (चित्र 8)। बिम्ब तथा प्रतिबिम्ब तलों के बीच की दूरी 1.8 m है। लेंस के एक अर्धभाग द्वारा बने प्रतिबिम्ब का आवर्धन (magnification) 2 है। लेंस की फोकस दूरी f तथा दोनों भागों के बीच की दूरी ज्ञात कीजिए। प्रतिबिम्ब रचना के लिए किरण आरेख (ray diagram) खींचिए।

(5)



11. L लम्बाई तथा S अनुप्रस्थ काट वाली एक पतली छड़ अपने निम्नतम बिन्दु P पर एक स्थिर, समांग (homogeneous) तथा श्यानताहीन (non-viscous) द्रव में कूलकित (pivoted) है (चित्र 9)। छड़ P बिन्दु से गुज़रने वाली एक क्षैतिज अक्ष पर ऊर्ध्वाधर तल में घूमने के लिए स्वतंत्र है। छड़ के पदार्थ का घनत्व d_1 द्रव के घनत्व d_2 से कम है। छड़ को अपनी साम्यावस्था से एक छोटे कोण θ से विस्थापित करने के बाद छोड़ दिया जाता है। यह दर्शाएं कि छड़ की गति सरल आवर्त है। साथ ही दिये हुए प्राचली (parameters) में कोणीय आवृत्ति का व्यंजक ज्ञात कीजिए।

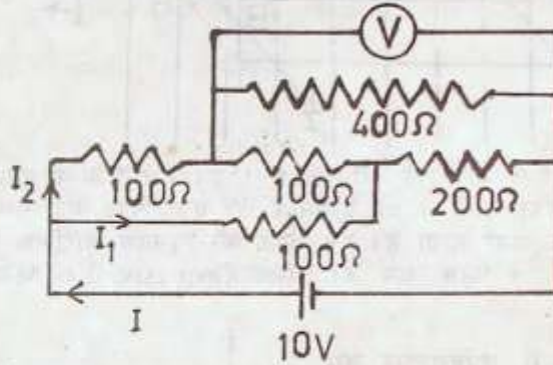


(चित्र 9)

(5)

12. एक विद्युत परिपथ चित्र 10 में दिखाया गया है। किरचॉफ (Kirchhoff's) के नियमों का प्रयोग करके अथवा किसी अन्य विधि से $400\ \Omega$ के प्रतिरोध के दोनों सिरों के बीच विभवान्तर का मान, जैसा कि $400\ \Omega$ वाले वोल्टमीटर से मापा जायगा, ज्ञात कीजिए।

(5)



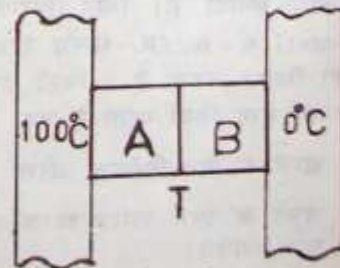
(चित्र 10)

13. निम्नलिखित प्रश्नों में रिक्त स्थानों की पूर्ति कीजिए। अपनी उत्तर पुस्तिका में उप-प्रश्न क्रमांक a, b, c, d, e लिख कर उसके प्रत्येक रिक्त स्थान के लिए उत्तर लिखिए। आपके उत्तर उसी अनुक्रम में होने चाहिए जैसे प्रश्न पत्र में हैं।

(5 x 2 = 10)

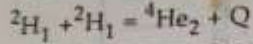
- (a) एक्स-किरण नलिका के सिरों पर 20 kV का विभवान्तर लगा है। इससे निकलने वाली एक्स-किरण की न्यूनतम तरंगदैर्घ्य का मान ----- \AA है।
- (b) एक्स-किरण नलिका से निकलने वाली K_α एक्स-किरणों की तरंग-दैर्घ्य $0.76\ \text{\AA}$ है। नलिका में लगे एनोड के पदार्थ की परमाणु संख्या ----- है।

- (c) एक ही आकार के दो धात्विक घनों A तथा B को साथ जोड़ कर रखा गया है (चित्र 11)। युग्म के अन्तिम सिरों को चित्र में दर्शाये गये तापमानों पर स्थिर रखा जाता है। यह विन्यास (arrangement) उष्मा रोधित (thermally insulated) है। धातुओं A तथा B के ऊष्मा चालकता गुणांक क्रमशः $300\ \text{W/m}^\circ\text{C}$ तथा $200\ \text{W/m}^\circ\text{C}$ हैं। स्थायी अवस्था (steady state) में तापमान T ----- $^\circ\text{C}$ है।



(चित्र 11)

- (d) निम्नलिखित अभिक्रिया (reaction) पर ध्यान दीजिए ।



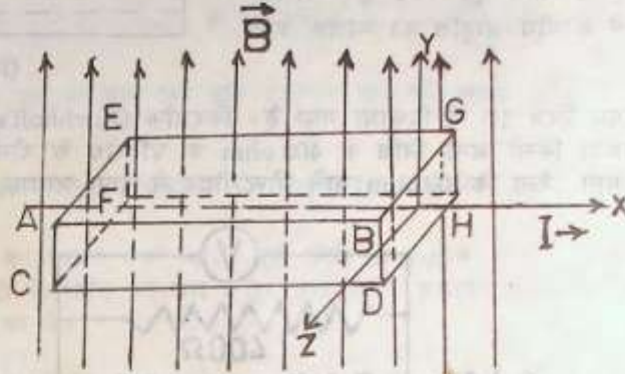
ड्यूटीरियम परमाणु का द्रव्यमान = 2.0141 u

हीलियम परमाणु का द्रव्यमान = 4.0024 u

यह एक नाभिकीय ----- अभिक्रिया है । इसमें उत्सर्जित ऊर्जा Q का मान ----- MeV है ।

- (e) एक धात्विक गुटके को जिसमें से विद्युत धारा I प्रवाहित हो रही है, एक समांगी चुम्बकीय क्षेत्र B में रख दिया गया है (चित्र 12) । गतिमान आवेशों पर लगने वाला बल F ----- है । परिणामतः गुटके के तल (face) ----- के विभव में कमी आ जाती है। आवेशों का वेग v मान लें ।

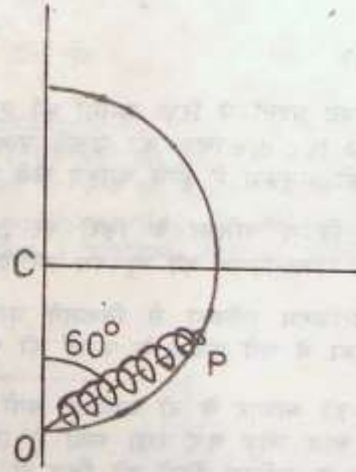
(चित्र 12)



14. दो नक्षत्रों (stars) के केन्द्रों के बीच की दूरी $10a$ है । इन नक्षत्रों के द्रव्यमान M तथा $16M$ एवम् त्रिज्याएँ क्रमशः a तथा $2a$ हैं । m द्रव्यमान का एक पिण्ड बड़े नक्षत्र की सतह से सीधा छोटे नक्षत्र की ओर दागा जाता है। इस पिण्ड की न्यूनतम आरंभिक चाल, जिससे कि यह छोटे नक्षत्र की सतह तक पहुँच जाय, का व्यंजक (expression) G, M तथा a को प्रयुक्त करके ज्ञात करें ।

(5)

15. R त्रिज्या वाली एक चिकनी अर्धवृत्ताकार तार की लीक (wire-track) ऊर्ध्वाधर तल में स्थिर कर दी गई है (चित्र 13) । $3R/4$ स्वाभाविक लम्बाई वाले द्रव्यमान रहित (massless) स्प्रिंग का एक सिरा तार की लीक के निम्नतम बिन्दु O से जोड़ दिया गया है। m द्रव्यमान वाले एक छोटे से छल्ले को स्प्रिंग के दूसरे सिरे पर जोड़ दिया गया है। छल्ले को बिन्दु P पर इस प्रकार स्थिर रखा गया है कि स्प्रिंग ऊर्ध्वाधर से 60° का कोण बनाती है। स्प्रिंग-स्थिरांक (spring constant) $K = mg/R$ । छल्ला तार की लीक पर ही खिसक सकता है । किसी क्षण पर, जब छल्ले को मुक्त किया जाता है तब



(चित्र 13)

(5)

- (i) छल्ले का बल-निर्देशक आरेख (free body diagram) बनाइये ।
 (ii) छल्ले के स्पर्श रेखीय त्वरण तथा अभिलम्ब प्रतिक्रिया (normal reaction) के मान ज्ञात कीजिये।