Paper-1

JEE Advanced, 2017

Part II: Chemistry

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 9:00 am, 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 of 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 : 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.

19. An ideal gas is expanded from (p_1, V_1, T_1) to (p_2, V_2, T_2) under different conditions. The correct statement(s) among the following is (are)

(A) The work done by the gas is less when it is expanded reversibly from V_1 to V_2 under adiabatic conditions as compared to that when expanded reversibly from V_1 to V_2 under isothermal conditions

(B) The change in internal energy of the gas is (i) zero, if it is expanded reversibly with $T_1 = T_2$, and (ii) positive, if it is expanded reversibly under adiabatic conditions with $T_1 \neq T_2$

(C) If the expansion is carried out freely, it is simultaneously both isothermal as well as adiabatic

(D) The work done on the gas is maximum when it is compressed irreversibly from (p_2, V_2) to (p_1, V_1) against constant pressure p_1

एक आदर्श गैस को (p_1, V_1, T_1) से (p_2, V_2, T_2) तक विभिन्न अवस्थाओं के अधीन फैलाया गया है। निम्नलिखित विकल्पों में सही कथन है(हैं)

(A) जब V_1 से V_2 तक रूद्धोष्म अवस्था के अधीन इसका उत्क्रमणीय (reversibly) फैलाव किया जाय तो गैस द्वारा किया गया कार्य V_1 से V_2 तक समतापी (isothermal) अवस्थाओं के अधीन उत्क्रमणीय फैलाव में किये गये कार्य की तुलना में कम है।

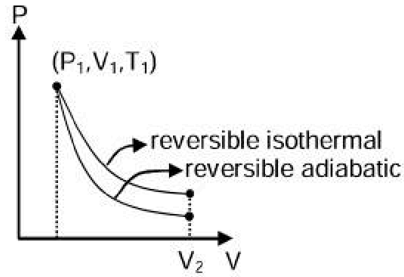
(B) गैस की आतंरिक ऊर्जा में बदलाव (i) शून्य है यदि इसे $T_1 = T_2$ के साथ फैलाव उत्क्रमणीय (reversibly) तरीके से किया जाए, और (ii) धनात्मक है यदि इसे $T_1 \neq T_2$ के साथ रूद्धोष्म (adiabatic) परिस्थितियों के अधीन उत्क्रमणीय (reversibly) फैलाव किया जाय

(C) यदि फैलाव मुक्त रूप से किया जाय तो यह साथ–साथ दोनों समतापी (isothermal) एवं रूद्धोष्म (adiabatic) हैं।

(D) जब इसे अनुत्क्रमणीय तरीके से (irreversibly) (p_2, V_2) से (p_1, V_1) तक स्थिर दाब p_1 के विरूद्ध दबाया जाता है तो गैस के ऊपर किया गया कार्य अधिकतम होता है।

Ans. **(ACD)**

Sol. (A)



Area under curve in reversible isothermal is more. So, more work will be done by gas.

(B) $T_1 = T_2 \Rightarrow \Delta U = nC_V\Delta T = 0$

In reversible adiabatic expansion, $T_2 < T_1$

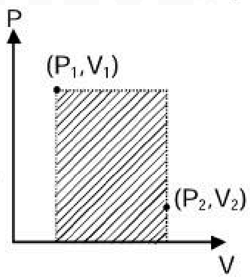
$\therefore \Delta T = -ve \therefore \Delta U = -ve$

(C) In Free expansion, $P_{ext} = 0 \therefore W = 0$

If carried out isothermally ($\Delta U = 0$) $\Rightarrow q = 0$ (Adiabatic) ; From I law

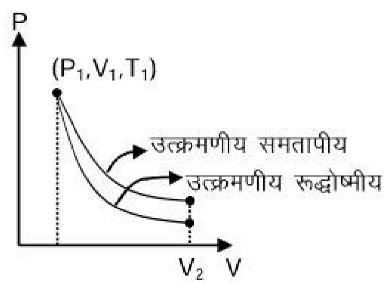
If carried out adiabatically ($q = 0$) $\Rightarrow \Delta U = 0$ (Isothermal) ; From I law

(D)



During irreversible compression, maximum work is done on the gas (corresponding to shaded area)

हल : (A)



उत्क्रमणीय समतापीय प्रसार प्रक्रम में आरेख के नीचे का क्षेत्रफल अधिक है, इस प्रकार गैस द्वारा किया गया कार्य भी अधिक होगा।

(B) $T_1 = T_2 \Rightarrow \Delta U = nC_V\Delta T = 0$

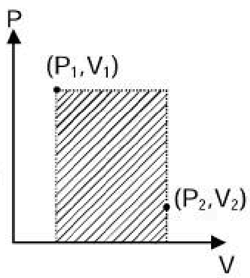
उत्क्रमणीय रूद्धोष्मीय प्रसार में, $T_2 < T_1$

$\therefore \Delta T = -ve \therefore \Delta U = -ve$

(C) मुक्त प्रसार में, $P_{ext} = 0 \therefore W = 0$

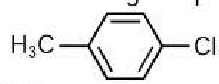
यदि समातीय रूप से सम्पन्न होता है, ($\Delta U = 0$) $\Rightarrow q = 0$ (रूद्धोष्मीय) ; I नियम से

यदि रूद्धोष्मीय रूप से सम्पन्न होता है, ($q = 0$) $\Rightarrow \Delta U = 0$ (समतापीय) ; I नियम से

(D) 

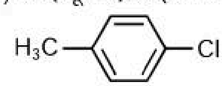
अनुत्क्रमणीय सम्पीडन के दौरान गैस पर किया गया कार्य अधिकतम होता है। (छायांकित क्षेत्रफल के अनुसार)

20. The IUPAC name(s) of the following compound is (are)



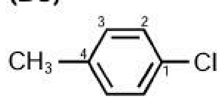
(A) 4-methylchlorobenzene
(B) 4-chlorotoluene
(C) 1-chloro-4-methylbenzene
(D) 1-methyl-4-chlorobenzene

निम्नलिखित यौगिक का (के) आई.यू.पी.ऐ.सी.(IUPAC) नाम है (हैं)



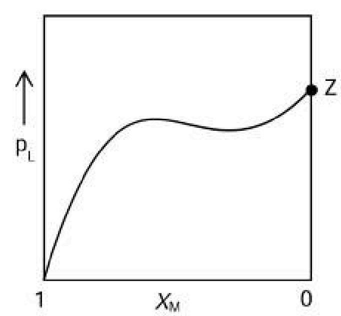
(A) 4-मैथिलक्लोरो बेंजीन
(B) 4-क्लोरो टोलुइन
(C) 1-क्लोरो-4-मैथिल बेंजीन
(D) 1-मैथिल-4-क्लोरोबेंजीन

Ans. (BC)

Sol. 

(C) 1-Chloro-4-methyl Benzene. (C) 1-क्लोरो-4-मेथील बेंजीन
(B) 4-Chlorotoluene (B) 4-क्लोरोटालुईन

21. For a solution formed by mixing liquids **L** and **M**, the vapour pressure of **L** plotted against the mole fraction of **M** in solution is shown in the following figure. Here x_L and x_M represent mole fractions of **L** and **M**, respectively, in the solution. The correct statement(s) applicable to this system is (are)



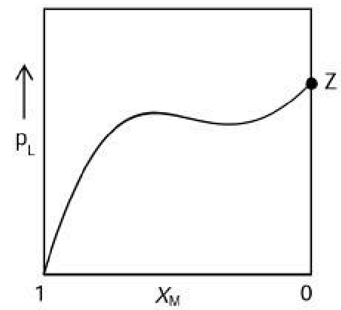
(A) The point **Z** represents vapour pressure of pure liquid **M** and Raoult's law is obeyed from x_L=0 to x_L=1

(B) Attractive intermolecular interactions between **L-L** in pure liquid **L** and **M-M** in pure liquid **M** are stronger than those between **L-M** when mixed in solution

(C) The point **Z** represents vapour pressure of pure liquid **M** and Raoult's law is obeyed when $x_L \rightarrow 0$

(D) The point **Z** represents vapour pressure of pure liquid **L** and Raoult's law is obeyed when $x_L \rightarrow 1$

L और **M** द्रवों के मिश्रण द्वारा बनाये एक विलयन मे द्रव **M** के ग्राम–अणुक भिन्न (mole fractions) के विरूद्ध द्रव **L** के वाष्प दाब को चित्र में दिखाया गया है। यहाँ x_L और x_M, **L** और **M** के क्रमशः ग्राम–अणुक भिन्नों को निरूपित करते हैं। इस निकाय का (के) उपयुक्त सही कथन है (हैं)



(A) बिंदु **Z** शुद्ध द्रव **M** के वाष्प दाब को निरूपित करता है और $x_L = 0$ से $x_L = 1$ तक राउल्ट का नियम (Raoult's law) का पालन होता है।

(B) शुद्ध द्रव **L** में **L-L** के बीच में और शुद्ध द्रव **M** में **M-M** के बीच में अंतरा–अणुक क्रियाएं **L-M** के बीच में अंतरा–अणुक क्रियाओं से प्रबल हैं जब उन्हें विलयन में मिश्रित किया जाता है।

(C) बिंदु **Z** शुद्ध द्रव **M** के वाष्प दाब को निरूपित करता है और जब $x_L \rightarrow 0$ तो राउल्ट का नियम (Raoult's law) का पालन होता है।

(D) बिंदु **Z** शुद्ध द्रव **L**के वाष्प दाब को निरूपित करता है और जब $x_L \rightarrow 1$ तो राउल्ट का नियम (Raoult's law) का पालन होता है।

Ans. **(BD)**

Sol. For a mixture of two liquids L and M,

For ideal solution obey Raoult's law

$P_L = (1 - X_M)P_L^o = P_L^o - X_M P_L^o$

Graph between P_L & X_M has intercept = P_L^o & slope = –ve

But graph representing +ve deviation from Raoult's law therefore M – L < M – M or L – L

Point Z represents intercept which is P_L^o when $X_L \rightarrow 1$

हल : L तथा M दो द्रवों के मिश्रण के लिए,

आदर्श विलयन के लिए राउल्ट नियम की अनुपालना होती है।

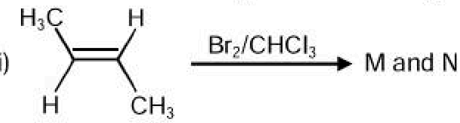
$P_L = (1 - X_M)P_L^o = P_L^o - X_M P_L^o$

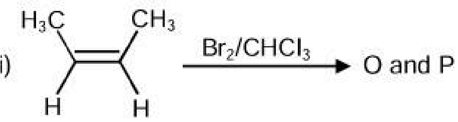
P_L तथा X_M के मध्य आरेख का अन्तःखण्ड = P_L^o तथा ढाल = –ve

परन्तु आरेख राउल्ट नियम से धनात्मक विचलन दर्शाता है। इसलिए M – L < M – M or L – L

बिन्दु Z अन्तःखण्ड दर्शाता है, जो कि P_L^o है। जब $X_L \rightarrow 1$

22. The correct statement(s) for the following addition reactions is (are)

(i) 

(ii) 

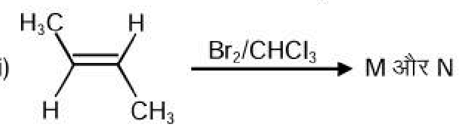
(A) (**M** and **O**) and (**N** and **P**) are two pairs of enantiomers

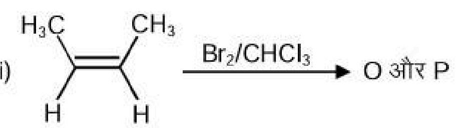
(B) Bromination proceeds through trans-addition in both the reactions

(C) **O** and **P** are identical molecules

(D) (**M** and **O**) and (**N** and **P**) are two pairs of diastereomers

निम्नलिखित संकलन अभिक्रियाओं (addition reactions) के लिए सही कथन है (हैं)

(i) 

(ii) 

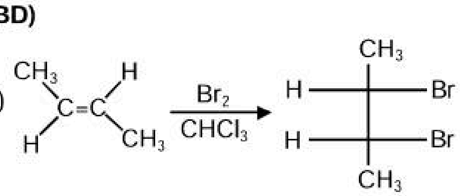
(A) (**M** और **O**) और(**N** और **P**) एनन्टीओमेरो (enantiomers) के दो युगल हैं

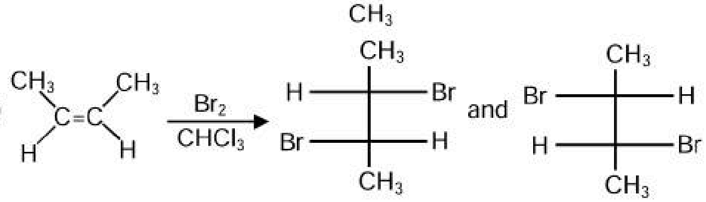
(B) दोनों अभिक्रियाओं में ब्रोमिनिकरण ट्रांस संकलन द्वारा बढ़ता हैं

(C) **O** और **P** समरूप अणु हैं

(D) (**M** और **O**) और (**N** और **P**) डाईस्टीरिओमेरों (diastereomers) के दो युगल हैं

Ans. **(BD)**

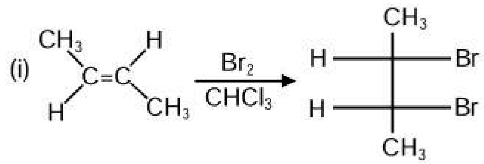
Sol. (i) 
Meso M and N

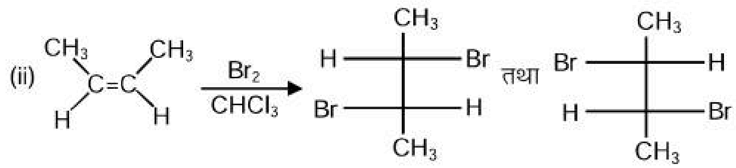
(ii) 

O P

(B) Bromination proceeds through trans-addition in both the reactions

(D) M and N are identical, hence, M and O and N and P are two set of diastereomers.

हल : (i)  मिसो M तथा N

(ii) 

O P

(B) दोनों अभिक्रियाओं में ब्रोमीनीकरण ट्रॉंस–योगात्मक अभिक्रिया के द्वारा होता है।

(D) M तथा N समरूप है। अतः M तथा O, N तथा P विवरिम समावयवीयों के दो युग्म है।

23. Addition of excess aqueous ammonia to a pink coloured aqueous solution of $MCl_2.6H_2O$ **(X)** and NH_4Cl gives an octahedral complex **Y** in the presence of air. In aqueous solution, complex **Y** behaves as 1 : 3 electrolyte. The reaction of **X** with excess HCl at room temperature results in the formation of a blue coloured complex **Z**. The calculated spin only magnetic moment of **X** and **Z** is 3.87 B.M., whereas it is zero for complex **Y**.

Among the following options, which statement(s) is (are) correct?

(A) The hybridization of the central metal ion in **Y** is d^2sp^3

(B) Addition of silver nitrate to **Y** gives only two equivalents of silver chloride

(C) When **X** and **Z** are in equilibrium at 0°C, the colour of the solution is pink

(D) **Z** is a tetrahedral complex

एक गुलाबी रंग वाले $MCl_2.6H_2O$ **(X)** और NH_4Cl के जलीय विलयन में आधिक्य जलीय अमोनिया के मिलाने पर, वायु की उपस्थिति में एक अष्टफलकीय संकर (octahedral complex) **Y** देता है। जलीय विलयन में संकर **Y** 1 : 3 विद्युत अपघट्य (electrolyte) की तरह व्यवहार करता है। सामान्य ताप पर आधिक्य HCl के साथ **X** की अभिक्रिया के परिणाम स्वरूप एक नीले रंग का संकर **Z** बनता है। **X** और **Z** का परिकलित प्रचकरण मात्र चुम्बकीय आघूर्ण (spin only magnetic moment) 3.87 B.M. है, जबकि यह संकर **Y** के लिए शून्य है। निम्न मे से कौन सा (से) विकल्प सही है (हैं)?

(A) **Y** मे केन्द्रीय धातु आयन का संकरण (hybridization) d^2sp^3 है।

(B) **Y** में सिल्वर नाइट्रेट मिलाने पर सिल्वर क्लोराइड के केवल दो समतुल्य मिलते है।

(C) जब 0°C पर **X** और **Z** साम्यावस्था में है तो विलयन का रंग गुलाबी है।

(D) **Z** एक चतुष्फलकीय (tetrahedral) संकर है।

Ans. **(ACD)**

Sol.

$$[Co(H_2O)_6]Cl_2 \xrightarrow[NH_4Cl\ +\ Air]{NH_3(aq)} [Co(NH_3)_6]Cl_3$$

(X) Pink solution

(Y) 1 : 3 electrolyte

(d^2sp^3 hybridisation of central metal atom)

Addition of $AgNO_3$ gives 3 equivalents of AgCl.

(X) $\xrightarrow{\text{HCl (excess), room temperature}}$ $[CoCl_4]^{2-}$ (Z)

Blue solution (Tetrahedral; sp^3)

X & Z in equilibrium at 0°C $\Rightarrow$ Then equilibrium is shifted towards X, making colour of solution pink

हल :

$$[Co(H_2O)_6]Cl_2 \xrightarrow[NH_4Cl\ +\ \text{वायु}]{NH_3(\text{जलीय})} [Co(NH_3)_6]Cl_3$$

(X) गुलाबी विलयन

(Y) 1 : 3 वैद्युत अपघट्य

(केन्द्रिय परमाणु का संकरण d^2sp^3)

$AgNO_3$ मिलाने पर, 3 तुल्यांक के बराबर AgCl देता है।

(X) $\xrightarrow{\text{HCl (आधिक्य), कमरे का ताप}}$ $[CoCl_4]^{2-}$ (Z)

नीला विलयन (चतुष्फलकीय; sp^3)

X तथा Z साम्य अवस्था में है 0°C ताप पर $\Rightarrow$ तब साम्य अवस्था X की और विस्थापित होती है तथा विलयन का रंग गुलाबी हो जाता है।

24. The correct statement(s) about the oxoacids, $HClO_4$ and HClO, is(are)

(A) The central atom in both $HClO_4$ and HClO is sp^3 hybridized

(B) $HClO_4$ is formed in the reaction between Cl_2 and H_2O

(C) The conjugate base of $HClO_4$ is weaker base than H_2O

(D) $HClO_4$ is more acidic than HClO because of the resonance stabilization of its anion

$HClO_4$ और HClO के बारे में सही कथन है (हैं)

(A) $HClO_4$ और HClO दोनों में केंद्रीय परमाणु sp^3 संकरित है।

(B) Cl_2 की H_2O के साथ अभिक्रिया होने पर $HClO_4$ बनता है।

(C) $HClO_4$ का संयुग्मी क्षार (conjugate base) H_2O से दुर्बल क्षार है।

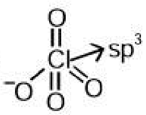
(D) ऋणायन के अनुनाद स्थिरीकरण (resonance stabilization) के फलस्वरूप $HClO_4$, HClO से अधिक अम्लीय है।

Ans. **(ACD)**

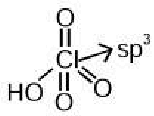
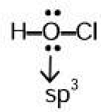
Sol. (A)

(B) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HOCl$

(C) Acidic :	$HClO_4$	>	H_3O^+
	Acid-1		Acid-2
Basic	ClO_4^-	<	H_2O
	C.B.-1		C.B.-2

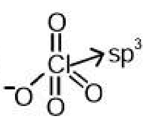
(D) 

Resonance stabilization

हल : (A)  

(B) $Cl_2 + H_2O \rightarrow HCl + HOCl$

(C) अम्ल :	$HClO_4$	>	H_3O^+
	अम्ल-1		अम्ल-2
क्षार :	ClO_4^-	<	H_2O
	C.B.-1		C.B.-2

(D) 

अनुनाद द्वारा स्थायीकरण

25. The Colour of the X_2 molecules of group 17 elements changes gradually from yellow to violet down the group. This is due to

(A) decrease in $\pi^*-\sigma^*$ gap down the group

(B) decrease in ionization energy down the group

(C) the physical state of X_2 at room temperature changes from gas to solid down the group

(D) decrease in HOMO-LUMO gap down the group

17 समूह के तत्वों के X_2 अणुओं का रंग इनके वर्ग में नीचे जाने पर पीले रंग से धीरे–धीरे बैंगनी रंग में बदलता है। यह निम्न में से किसके फलस्वरूप है

(A) वर्ग में नीचे जाने पर $\pi^*-\sigma^*$ का अंतर घटता है।

(B) वर्ग में नीचे जाने पर आयनन ऊर्जा घटती है।

(C) सामान्य ताप पर वर्ग में नीचे जाने पर X_2 की भौतिक अवस्था गैस से ठोस में बदलती है।

(D) वर्ग में नीचे जाने पर HOMO-LUMO का अंतर घटता है।

Ans. **(AD)**

Sol. X_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p_z^2, \pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2, \underline{\pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p_y^2}, \sigma^* 2p_z^0$

(F_2) (HOMO) (LUMO)

Down the group π^* to σ^* excitation become easy.

वर्ग में नीचे जाने पर π^* से σ^* तक उत्तेजन आसान हो जाता है।

SECTION – 2 : (Maximum Marks : 15)

- This section contains **FIVE** questions.
- The answer to each question is a **SINGLE DIGIT INTEGER** ranging from 0 to 9, both inclusive.
- For each question, darken the bubble corresponding to the correct integer in the ORS.
- For each question, marks will be awarded in <u>one of the following categories</u> :
  Full Marks : +3 If only the bubble corresponding to the correct answer is darkened.
  Zero Marks : 0 In all other cases.

26. The sum of the number of lone pairs of electrons on each central atom in the following species is

$[TeBr_6]^{2-}$, $[BrF_2]^{+}$, SNF_3, and $[XeF_3]^{-}$

(Atomic numbers: N = 7, F = 9, S = 16, Br = 35, Te = 52 , Xe = 54)

निम्नलिखित वर्ग (species) में प्रत्येक केन्द्रीय परमाणु पर एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्मों की संख्या का योग है

$[TeBr_6]^{2-}$, $[BrF_2]^{+}$, SNF_3, and $[XeF_3]^{-}$

(परमाणु संख्या : N = 7, F = 9, S = 16, Br = 35, Te = 52 , Xe = 54)

Ans. **6**

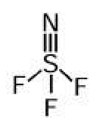
Sol.

Species		**lone pair on central atom**
स्पीशीज		**केन्द्रीय परमाणु पर एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्म**
$TeBr^{2-}$	:	1
BrF_2^{+}	:	2
SNF_3	:	0
XeF_3^{-}	:	3

Total Number of lone pair = 6

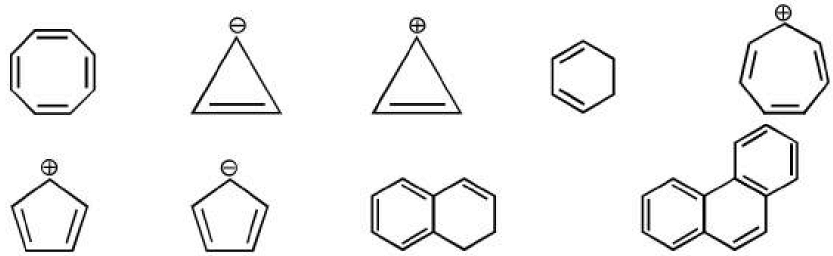
एकाकी इलेक्ट्रॉन युग्मों की कुल संख्या = 6

SNF_3 :



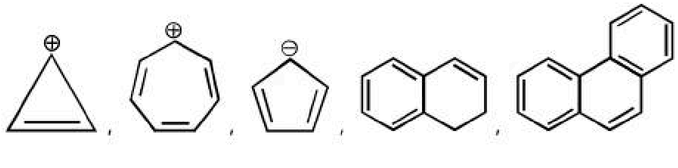
27. Among the following, the number of aromatic compound(s) is

निम्नलिखित में से ऐरोमेटिक यौगिक (यौगिकों) की संख्या है



Ans. **5**

Sol.



28. Among H_2, He_2^+, Li_2, Be_2, B_2, C_2, N_2, O_2^- and F_2, the number of diamagnetic species is
(Atomic numbers : H = 1, He = 2, Li = 3, Be = 4 B = 5, C= 6, N = 7, O = 8, F = 9)
H_2, He_2^+, Li_2, Be_2, B_2, C_2, N_2, O_2^- और F_2 , में प्रतिचुम्बकीय स्पीशीज (diamagnetic species) की संख्या है
(परमाणु संख्या : H = 1, He = 2, Li = 3, Be = 4 B = 5, C= 6, N = 7, O = 8, F = 9)

Ans. **6** (H_2, Cl_2, Be_2, C_2, N_2, F_2)

Sol.

H_2 : $\sigma 1s^2$

He_2^+ : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^1$

Li_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2$

Be_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2$

B_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \pi 2p_x^1 = \pi 2p_y^1$

C_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2$

N_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2, \sigma 2p_z^2$

O_2^- : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p_z^2, \pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2, \pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p_y^1$

F_2 : $\sigma 1s^2, \sigma^* 1s^2, \sigma 2s^2, \sigma^* 2s^2, \sigma 2p_z^2, \pi 2p_x^2 = \pi 2p_y^2, \pi^* 2p_x^2 = \pi^* 2p_y^2$

29. A crystalline solid of a pure substance has a face-centred cubic structure with a cell edge of 400 pm. If the density of the substance in the crystal is 8 g cm^{-3}, then the number of atoms present in 256 g of the crystal is $N \times 10^{24}$. The value of N is
एक शुद्ध पदार्थ के एक क्रिस्टलीय ठोस की फलक–केन्द्रित घन (face-centred cubic) संरचना के साथ कोष्ठिका कोर (cell edge) की लम्बाई 400 pm है। यदि क्रिस्टल के पदार्थ का घनत्व 8 g cm^{-3} है, तो क्रिस्टल के 256 g में उपस्थित परमाणुओं की कुल संख्या $N \times 10^{24}$ है। N का मान है।

Ans. **2**

Sol. $d = \dfrac{Z \times \dfrac{M_0}{N_A}}{a^3}$ (d = density)

$$8 = \frac{4 \times \dfrac{M_0}{6 \times 10^{23}}}{(4 \times 10^{-10})^3}$$

$$M_0 = \frac{1}{8 \times 6 \times 1.6}$$

Number of moles in 256 g = $\dfrac{256}{8 \times 6 \times 1.6} = \dfrac{10}{3}$

Number of atoms = $\dfrac{10}{3} \times 6 \times 10^{23} = 2 \times 10^{24}$

हल : $d = \dfrac{Z \times \dfrac{M_0}{N_A}}{a^3}$ (d = घनत्व)

$$8 = \dfrac{4 \times \dfrac{M_0}{6 \times 10^{23}}}{(4 \times 10^{-10})^3}$$

$$M_0 = \dfrac{1}{8 \times 6 \times 1.6}$$

256 g में मोलों की संख्या = $\dfrac{256}{8 \times 6 \times 1.6} = \dfrac{10}{3}$

परमाणुओं की संख्या = $\dfrac{10}{3} \times 6 \times 10^{23} = 2 \times 10^{24}$

30. The conductance of a 0.0015 M aqueous solution of a weak monobasic acid was determined by using a conductivity cell consisting of platinized Pt electrodes. The distance between the electrodes is 120 cm with an area of cross section of 1 cm^2. The conductance of this solution was found to be 5×10^{-7} S. The pH of the solution is 4. The value of limiting molar conductivity (Λ_m^o) of this weak monobasic acid in aqueous solution is $Z \times 10^2$ S cm^{-1} mol^{-1}. The value of Z is

एक दुर्बल एकक्षारकीय अम्ल के 0.0015 M जलीय विलयन की चालकत्व (conductance) एक प्लाटिनिकृत Pt (platinized) इलेक्ट्रोड़ वाले चालकता सैल का उपयोग कर के निर्धारित की गयी। 1 cm^2 अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल वाले इलेक्ट्रॉड़ों के बीच की दूरी 120 cm है। इस विलयन की चालकत्व का मान 5×10^{-7} S पाया गया। विलयन का pH 4 है। इस दुर्बल एकक्षारकीय अम्ल की जलीय विलयन में सीमान्त मोलर चालकता (limiting molar conductivity, Λ_m^o) का मान $Z \times 10^2$ S cm^{-1} mol^{-1} है। Z का मान है।

Ans. **6**

Sol. C = 0.0015M $\quad \ell$ = 120 cm

G = 5×10^{-7}s $\quad$ a = 1 cm^2

$$G = \kappa \times \frac{a}{\ell}$$

$$5 \times 10^{-7} = \kappa \times \frac{1}{120}$$

$$\kappa = 6 \times 10^{-5} \text{ s cm}^{-1}$$

$$\Lambda_m^c = \frac{\kappa \times 1000}{M} = \frac{6 \times 10^{-5} \times 1000}{0.0015}$$

pH = 4

$[H^+] = 10^{-4} = c\,\alpha = 0.0015\,\alpha$

$$\alpha = \frac{10^{-4}}{0.0015}$$

$$\alpha = \frac{\Lambda_m^c}{\Lambda_m^o} \Rightarrow \frac{10^{-4}}{0.0015} = \frac{\dfrac{6 \times 10^{-5} \times 1000}{0.0015}}{\Lambda_m^o}$$

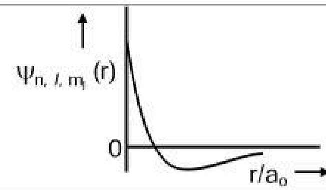
$$\Lambda_m^o = 6 \times 10^2 \text{ s cm}^2 \text{ mole}^{-1}$$

SECTION – 3 : (Maximum Marks : 18)

- This section contains **SIX** questions of matching type.
- This section contains **TWO** tables (each having 3 columns and 4 rows).
- Based on each table, there are **THREE** 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.

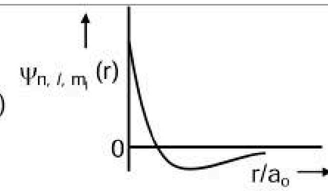
Answer Q.31, Q.32 and Q.33 by appropriately matching the information given in the three columns of the following table.

The wave function, ψ_{n,l,m_l} is a mathematical function whose value depends upon spherical polar coordinates (r, θ, ϕ) of the electron and characterized by the quantum numbers n, l and m_l. Here r is distance from nucleus, θ is colatitude and ϕ is azimuth. In the mathematical functions given in the Table, Z is atomic number and a_o is Bohr radius.

Column 1	Column 2	Column 3
(I) 1s orbital	(i) $\psi_{n,l,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_o}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\left(\frac{Zr}{a_o}\right)}$	(P) 
(II) 2s orbital	(ii) One radial node	(Q) Probability density at nucleus $\propto \frac{1}{a_o^3}$
(III) $2p_z$ orbital	(iii) $\psi_{n,l,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_o}\right)^{\frac{5}{2}} re^{-\left(\frac{Zr}{2a_o}\right)} \cos\theta$	(R) Probability density is maximum at nucleus
(IV) $3d_z^2$ orbital	(iv) xy-plane is a nodal plane	(S) Energy needed to excite electron from n = 2 state to n = 4 state is $\frac{27}{32}$ times the energy needed to excite electron from n = 2 state to n = 6 state

नीचे दी गयी टेबल के तीन कॉलमों में उपलब्ध सूचना का उपयुक्त ढंग से सुमेल कर प्रश्नों Q.31, Q.32 और Q.33 के उत्तर दीजिये।

तरंग फलन $\psi_{n,\,l,\,m_l}$ एक गणितीय फलन है जिसका मान इलेक्ट्रॉन के गोलीय ध्रुवीय निर्देशांक (r, θ, ϕ) पर निर्भर करता है और क्वांटम संख्या n, l और m_l से अभिलक्षित होता है। यहाँ r नूक्लिअस से दूरी है, θ कोटिशर (colatitude) है, और ϕ दिन्गश (azimuth) है। टेबल में दिए गये गणितीय फलनों में Z परमाणु क्रमांक है और a_0 बोर त्रिज्या (Bohr radius) है।

कॉलम **1**	कॉलम **2**	कॉलम **3**
(I) 1s आर्बिटल (orbital)	(i) $\psi_{n,\,l,\,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_o}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\left(\frac{Zr}{a_o}\right)}$	(P) 
(II) 2s आर्बिटल (orbital)	(ii) एक त्रिज्यात्मक (radial) नोड	(Q) नूक्लिअस पर प्रायिकता घनत्व (Probability density) $\propto \frac{1}{a_o^3}$
(III) $2p_z$ आर्बिटल (orbital)	(iii) $\psi_{n,\,l,\,m_l} \propto \left(\frac{Z}{a_o}\right)^{\frac{5}{2}} re^{-\left(\frac{Zr}{2a_o}\right)} \cos\theta$	(R) नूक्लिअस पर प्रायिकता घनत्व (Probability density) अधिकतम है
(IV) $3d_z{}^2$ आर्बिटल (orbital)	(iv) xy-समतल एक नोडीय तल है	(S) इलेक्ट्रोन को n = 2 अवस्था से n = 4 अवस्था तक उत्तेजित करने की ऊर्जा, इलेक्ट्रान को n = 2 अवस्था से n = 6 अवस्था तक उत्तेजित करने के लिए आवश्यक ऊर्जा से $\frac{27}{32}$ गुना है।

31. For He^+ ion, the only **INCORRECT** combination is

He^+ आयन के लिए निम्नलिखित विकल्पों में से केवल **गलत (INCORRECT)** संयोजन है।

(A) (I) (i) (S) (B) (II) (ii) (Q) (C) (I) (iii) (R) (D) (I) (i) (R)

Ans. **(C)**

Sol. s-orbital is non directional so wave function will be independent of cos θ.

s-कक्षक अदिशात्मक होते है, इसलिए तरंग फलन cos θ से स्वतंत्र होते है।

32. For the given orbital in Column 1, the only **CORRECT** combination for any hydrogen-like species is

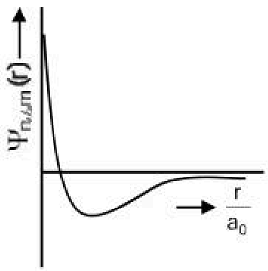
कालम में 1 में दिए गये आर्बिटल (orbital) के लिए निम्नलिखित विकल्पों में से किसी भी हाइड्रोजन–समान स्पीशीज (species) के लिए केवल **सही** संयोजन है

(A) (II) (ii) (P) (B) (I) (ii) (S) (C) (IV) (iv) (R) (D) (III) (iii) (P)

Ans. **(A)**

Sol. For 2s orbital no. of radial nodes = $n - \ell - 1 = 1$

2s कक्षक के लिए त्रिज्यीय नोड की संख्या = $n - \ell - 1 = 1$



33. For hydrogen atom, the only **CORRECT** combination is

हाइड्रोजन परमाणु के लिए निम्नलिखित विकल्पों में से केवल **सही** संयोजन है।

(A) (I) (i) (P) (B) (I) (iv) (R) (C) (II) (i) (Q) (D) (I) (i) (S)

Ans. **(D)**

Sol. For 1s orbital Ψ' should be independent of θ, also it does not contain any radial node.

1s कक्षक के लिए Ψ', θ से स्वतंत्र होना चाहिए, साथ ही यह कोई त्रिज्यीज नोड नहीं रखता है।

$$\frac{E_4 - E_2}{E_6 - E_2} = \frac{\frac{E_1}{16} - \frac{E_1}{4}}{\frac{E_1}{36} - \frac{E_1}{4}} = \frac{-\frac{3E_1}{16}}{-\frac{8E_1}{36}} = \frac{3 \times 36}{8 \times 16} = \frac{27}{32}$$

Answer Q.34, Q.35 and Q.36 by appropriately matching the information given in the three columns of the following table.

Columns 1, 2 and 3 contain starting materials, reaction conditions, and type of reactions, respectively.

Column 1	Column 2	Column 3
(I) Toluene	(i) NaOH/Br_2	(P) Condensation
(II) Acetophenone	(ii) Br_2/hν	(Q) Carboxylation
(III) Benzaldehyde	(iii) $(CH_3CO)_2O/CH_3COOK$	(R) Substitution
(IV) Phenol	(iv) NaOH/CO_2	(S) Haloform

नीचे दी गयी टेबल के तीन कॉलमों में उपलब्ध सूचना का उपयुक्त ढंग से सुमेल कर प्रश्नों 34, 35 एवं 36 के उत्तर दीजिये ।

कॉलम 1, 2 और 3 में क्रमशः आरम्भिक पदार्थ, अभिक्रिया अवस्थाएं, और अभिक्रियाओं के प्रकार हैं।

कॉलम-1	कॉलम - 2	कॉलम - 3
(I) टालुईन (Toluene)	(i) NaOH/Br_2	(P) संघनन (Condensation)
(II) असिटोफेनोंन (Acetophenone)	(ii) Br_2/hν	(Q) कार्बोक्सिलकरण (Carboxylation)
(III) बेन्जिल्डहाइड (Benzaldehyde)	(iii) $(CH_3CO)_2O/CH_3COOK$	(R) प्रतिस्थापन (Substitution)
(IV) फेनोल (Phenol)	(iv) NaOH/CO_2	(S) हालोफर्म (Haloform)

34. The only CORRECT combination in which the reaction proceeds through radical mechanism is

निम्नलिखित विकल्पों में से केवल **सही** संयोजन जिसमें अभिक्रिया मूलक (radical) प्रक्रिया द्वारा बढ़ती है, है

(A) (IV) (i) (Q) (B) (III) (ii) (P) (C) (II) (iii) (R) (D) (I) (ii) (R)

Ans. **(D)**

Sol. Substitution reaction of toluene takes place through radical mechanism.

टालुईन में प्रतीस्थापन अभिक्रिया मुक्त मूलक क्रियाविधी द्वारा होती है।

35. For the synthesis of benzoic acid, the only CORRECT combination is

बेन्जोईक अम्ल के संश्लेषण (synthesis) के लिए निम्नलिखित विकल्पों में से केवल **सही** संयोजन है।

(A) (II) (i) (S) (B) (I) (iv) (Q) (C) (IV) (ii) (P) (D) (III) (iv) (R)

Ans. **(A)**

Sol. Haloform reaction of acetophenone yields benzoic acid.

ऐसीटोफिनॉन की हैलोफार्म अभिक्रिया द्वारा बेंजोईक अम्ल प्राप्त होता है।

36. The only CORRECT combination that gives two different carboxylic acids is

निम्नलिखित विकल्पों में से केवल **सही** संयोजन जो कि दो भिन्न कार्बोक्सिलिक अम्ल देता है, है

(A) (IV) (iii) (Q) (B) (II) (iv) (R) (C) (I) (i) (S) (D) (III) (iii) (P)

Ans. **(D)**

Sol. Perkin condensation of benzaldehyde with $(CH_3CO)_2O/CH_3COOK$ yields cis and trans form of cinnamic acid.

बेंजेल्डिहाइड की $(CH_3CO)_2O/CH_3COOK$ के साथ पर्किन संघनन अभिक्रिया के द्वारा सिनेमिक अम्ल का सिस तथा ट्राँस उत्पाद प्राप्त होता है।