2025

CHEMISTRY — MINOR

Paper : MN-2

(Fundamental of Chemistry - II)

Full Marks : 75

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

প্রশ্নসংখ্যা ১, ২, ৩ ও ৪ (বাধ্যতামূলক) এবং অবশিষ্ট থেকে *যে-কোনো চারটি*-র (প্রশ্নসংখ্যা ৫ থেকে ১০) উত্তর লেখো।

১। *যে-কোনো দশটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ২×১০

(ক) ভ্যানডারওয়ালস্ ধ্রুবক 'a' এবং 'b'-এর SI একক লেখো।

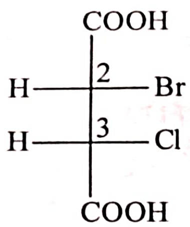
(খ) "$SnCl_4$ সমযোজী কিন্তু $SnCl_2$ তড়িৎযোজী।"— ব্যাখ্যা করো।

(গ) তাপগতীয়ভাবে আন্তঃআণবিক বিক্রিয়া অপেক্ষা অন্তঃআণবিক বিক্রিয়া অধিক প্রচলিত।— ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) এক গ্রাম CO_2 গ্যাসের 27°C উষ্ণতায় গতিশক্তির মান নির্ণয় করো।

(ঙ) থায়োসায়ানেট (SCN^-)-এর রেজোনেটিং গঠনগুলি আঁকো এবং সবচেয়ে বেশি স্থায়ী রেজোনেটিং গঠনটি চিহ্নিত করো।

(চ) নিম্নলিখিত যৌগটিতে C_2, C_3-কে স্টিরিওজেনিক/নন-স্টিরিওজেনিক এবং কাইরোটপিক/একাইরোটপিক রূপে বিবৃত করো।



(ছ) একই গ্যাসের ক্ষেত্রে T_1 এবং T_2 তাপমাত্রায় ($T_2 > T_1$) বেগবন্টনের লেখ (Maxwell's speed distribution curves) দু'টির কীরূপ পরিবর্তন হয় দেখাও।

(জ) একটি প্রদত্ত নমুনায় বোরেট মূলক (BO_3^{3-}) কীভাবে শনাক্ত করবে লেখো।

(ঝ) একটি সঠিকভাবে চিহ্নিত (properly labelled) একধাপ (one-step) বিক্রিয়ার শক্তি পরিলেখ চিত্র প্রদর্শন করো।

(ঞ) 'Keesom প্রতিক্রিয়া উষ্ণতানির্ভর কিন্তু Debye প্রতিক্রিয়া উষ্ণতানিরপেক্ষ।'— ব্যাখ্যা করো।

(ট) VSEPR তত্ত্বের সাহায্যে নিম্নলিখিত যৌগগুলির আকৃতি লেখো ঃ

PCl_5 এবং SO_2।

(ঠ) $C_4H_9^+$ সংকেতযুক্ত সবথেকে সুস্থিত কার্বোক্যাটায়নের গঠন অঙ্কন করো। কেন এটি সবথেকে সুস্থিত কারণ ব্যাখ্যা করো।

Please Turn Over

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) Virial অবস্থার সমীকরণ (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) ভ্যানডারওয়ালস্ সমীকরণটিকে virial অবস্থায় প্রকাশ করো

(আ) দ্বিতীয় virial গুণাঙ্ক (coefficient)-এর তাৎপর্য লেখো। ২+৩

অথবা

(খ) গড় গতিবেগ, সর্বোচ্চ সম্ভাব্য এবং গড় বর্গবেগের বর্গমূল (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) ঃ

(অ) সংজ্ঞা এবং গাণিতিক ফর্মুলা লেখো

(আ) তাদের মধ্যে সম্পর্ক লেখো। ৩+২

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) সম-আয়ন প্রভাব (Common ion effect) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) সংজ্ঞা লেখো

(আ) বিভিন্ন ধাতব আয়নের পৃথকীকরণে (Inorganic qualitative group analysis)-এর গুরুত্ব লেখো। ২+৩

অথবা

(খ) বর্ন-ল্যান্ডে সমীকরণ (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) সমীকরণটি লেখো এবং তার মধ্যস্থ প্রত্যেক পদগুলিকে ব্যাখ্যা করো

(আ) সমীকরণটি উপপাদন করো। ২+৩

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) Pseudoasymmetry এবং Chirotopicity (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) সংজ্ঞা লেখো

(আ) প্রতি ক্ষেত্রে একটি করে উদাহরণ দাও। ৩+২

অথবা

(খ) মিথেনের হ্যালোজেনেশন (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

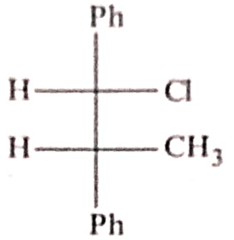
(অ) বিক্রিয়ার শর্তাবলী।

(আ) মিথেনের ক্লোরিনেশনের বিক্রিয়া কৌশলটি লেখো। ১+৪

৫। (ক) একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার ম্যাক্সওয়েল-এর ত্রিমাত্রিক গতিশক্তি বিন্যাস সমীকরণের গাণিতিক রূপটি লেখো ও তার মধ্যস্থ প্রত্যেক পদগুলিকে ব্যাখ্যা করো এবং একে লেখচিত্রের সাহায্যে উপস্থাপন করো।

(খ) বেন্ট-এর সূত্রের সাহায্যে CH_2F_2 যৌগটির $H-\widehat{C}-H$ এবং $F-\widehat{C}-F$ বন্ধন কোণ মান দুটির তুলনা করো।

(গ) নিম্নলিখিত যৌগটির *R/S* গঠন নির্ণয় করো এবং গ্রুপগুলির অগ্রাধিকার ক্রম উল্লেখ করো।



৪+৩+৩

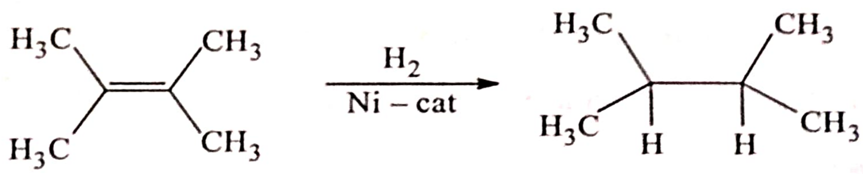
৬। (ক) Schottky ত্রুটি এবং Frenkel ত্রুটি-র সংজ্ঞা দাও। নিম্নলিখিত যৌগগুলিকে Schottky ত্রুটি এবং Frenkel ত্রুটি-র সাপেক্ষে ব্যাখ্যাসহ শ্রেণিভুক্ত করো ঃ

AgBr ও KCl।

(খ) 'ল্যাকটিক অ্যাসিড আলোকসক্রিয় কিন্তু প্রোপানোয়িক অ্যাসিড নয়।'— ব্যাখ্যা করো।

(গ) '*n*' মোল কোনো একটি বাস্তব গ্যাসের জন্য ভ্যান্ডারওয়ালস্-এর সমীকরণটি লেখো ও তার মধ্যস্থ প্রত্যেক পদগুলিকে ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৭। (ক) নীচের বিক্রিয়াটির এনথ্যালপির পরিবর্তন নির্ণয় করো। বিক্রিয়াটি তাপ উৎপাদক না তাপগ্রাহী?



[দেওয়া আছে ঃ BDE (kcal mol^{-1}) : C = C(145), C – C (83), C – H (99), H – H (103)]

(খ) প্রমাণ উষ্ণতা ও চাপে হাইড্রোজেন গ্যাস অণুর প্রতি সি.সি.-তে সংঘর্ষ সংখ্যা গণনা করো।
(হাইড্রোজেন অণুর সংঘর্ষ ব্যাস = 3.7×10^{-8} cm)

(গ) একটি অণুর ধ্রুবীকরণ ক্ষমতা (polarizing power) এবং ধ্রুবীকরণ যোগ্যতা (polarizability) বলতে কী বোঝো? যথার্থ উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৮। (ক) কোন উষ্ণতায়, ইথেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল, 27°C উষ্ণতায় মিথেন অণুর গড় বর্গবেগের বর্গমূল-এর সমান হবে?

(খ) 25°C তাপমাত্রায় জলীয় দ্রবণে AgCl-এর দ্রাব্যতা প্রতি লিটারে 0.00287 gL^{-1}। ওই 25°C তাপমাত্রায় দ্রাব্যতা গুণফল নির্ণয় করো।
(Ag = 108 এবং Cl = 35.5)

(গ) একটি বিক্রিয়ায় অনুঘটকের ভূমিকা বর্ণনা করো। যথাক্রমে অনুঘটকের উপস্থিতি ও অনুপস্থিতিতে একটি একধাপীয় বিক্রিয়ার শক্তির লেখ একই লেখচিত্রে অঙ্কন করো। ৪+৩+৩

৯। (ক) (অ) ক্যালসিয়াম অক্সাইড কেলাস প্রস্তুতির বর্ন-হেবার চক্রটি অঙ্কন করো। পদগুলি ব্যাখ্যা করো।

(আ) একযোজী ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের ব্যাসার্ধের অনুপাত (r^+ / r^-) 0.225 – 0.414 হলে তার আয়নিক কেলাসের গঠন কী?

(খ) নিম্নলিখিত কার্বোক্যাটায়নগুলির (বাস্তব/অবাস্তব) মধ্যে কোনটি বেশি সুস্থিত ও কেন?

$H_3C-O-\overset{\oplus}{C}H_2$ এবং $O_2N-\overset{\oplus}{C}H_2$

(গ) কোনো একটি গ্যাসের অ্যামাগাট এবং অ্যানড্রিউ লেখ-এর সাহায্যে গ্যাসটির বয়েল উষ্ণতা ও সংকট উষ্ণতা নির্দেশ করো।

[(২+১)+১]+৩+৩

১০। (ক) Enantiomeric excess (ee) কাকে বলে? (R)-আইসোমারের সাপেক্ষে ee ৮৫% হলে (R) এবং (S) আইসোমারের শতকরা ভাগ (%) নির্ণয় করো।

(খ) সংক্ষিপ্ত বিবরণ দাও ঃ

(অ) লন্ডন প্রতিক্রিয়া

(আ) লেনার্ড-জোনস্ বিভব।

(গ) ফর্মাল চার্জ-এর সংজ্ঞা লেখো। SO_4^{2-} আয়নের লুইস গঠন আঁকো এবং প্রতিটি পরমাণুর ফর্মাল চার্জ গণনা করে দেখাও।

৪+৩+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

Answer ***question nos.*** **1, 2, 3** and **4** (compulsory) and ***any four*** from the rest (***question nos.*** **5** to **10**).

1. Answer ***any ten*** questions : 2×10

(a) Write down the SI units of van der Waals' constants 'a' and 'b' (SI unit).

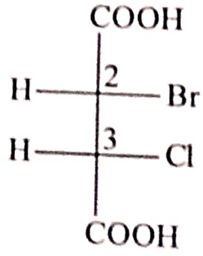
(b) "$SnCl_4$ is covalent but $SnCl_2$ ionic."— Explain.

(c) "Intramolecular reactions are thermodynamically more favourable than intermolecular reactions."— Explain.

(d) Calculate the Kinetic energy of 1g CO_2 gas at 27°C.

(e) Draw the resonating structures of thiocyanate (SCN^-) ion and predict the most stable structure.

(f) Designate the C_2, C_3 as stereogenic/non-stereogenic, chirotopic/achirotopic.



(g) Show graphically how the Maxwell's speed distribution curves vary at two different temperatures T_1 and T_2 ($T_2 > T_1$) for the same gas.

(h) How can you detect borate (BO_3^{3-}) radical in a given sample?

(i) Draw the properly labelled energy profile diagram for a single step reaction.

(j) "Keesom interaction is temperature-dependant while Debye interaction is temperature-independant."— Explain.

(k) Using VSEPR theory predict the shape of the following molecules :

PCl_5 and SO_2.

(l) Draw the structure of the most stable carbocation with the formula $C_4H_9^+$. Explain why is it so stable.

2. Write a short note on :

(a) Virial equation of state (using the following points)

(i) Express the van der Waals equation in its virial form

(ii) State the significance of the second virial coefficient. 2+3

Or

(b) Average velocity, most probable velocity and root mean square velocity (using the following points)

(i) Definition and mathematical expression

(ii) Relationship among them. 3+2

3. Write a short note on :

(a) Common ion effect (using the following points)

(i) Definition

(ii) Its importance in the separation of cations in Inorganic qualitative group analysis. 2+3

Or

(b) Born-Lande equation (using the following points)

(i) Write down the expression explaining all the terms involved

(ii) Derive the equation. 2+3

4. Write a short note on :

(a) Pseudoasymmetry and chirotopicity (using the following points)

(i) Definition

(ii) One example in each case. 3+2

Or

(b) Halogenation of methane (using the following points)

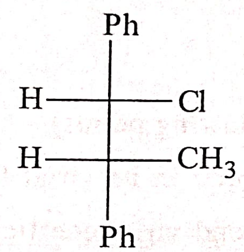
(i) Reaction condition

(ii) Mechanism of chlorination of methane. 1+4

5. (a) Write down the mathematical form of Maxwell's kinetic energy distribution in three dimension at a particular temperature explaining all the terms and represent it graphically.

(b) On the basis of Bent's rule compare the $H-\widehat{C}-H$ and $F-\widehat{C}-F$ bond angles in CH_2F_2.

(c) Assign *R/S* configuration of the following molecule and show the priority sequence of the group.



4+3+3

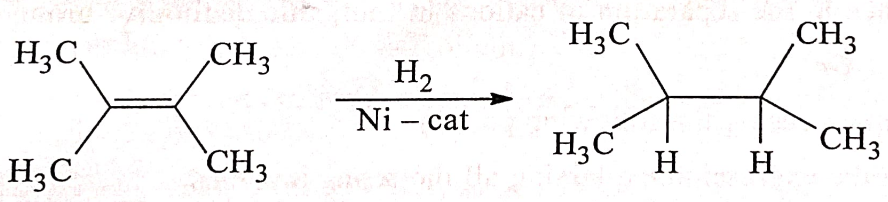
6. (a) Define Schottky defect and Frenkel defect. Categorize the compounds with explanations with respect to Schottky defect and Frenkel defects :

AgBr and KCl.

(b) "Lactic acid is optically active but propanoic acid is not." Explain.

(c) Write down the van der Waals' equation for *n* moles of a real gas explaining all the terms involved. 4+3+3

7. (a) Calculate the enthalpy change of the following reaction. Is the reaction exothermic or endothermic?



[Given : BDE (kcal mol^{-1}) : C = C(145), C – C (83), C – H (99), H – H (103)]

(b) Calculate the number of collisions per cc of hydrogen gas at NTP.

(Collision diameter of hydrogen molecule = 3.7×10^{-8} cm)

(c) What do you mean by polarizing power and polarizability of a molecule? Explain with suitable examples. 4+3+3

(a) At what temperature would ethane molecules have the same root mean square velocity as methane molecules at 27°C?

(b) The solubility of AgCl at 25°C is 0.00287 gL^{-1}. Calculate the solubility product at that temperature. [Ag = 108, Cl = 35.5]

(c) Explain the role of catalyst in a reaction. Draw the energy profile diagram of a single step reaction in presence and absence of catalyst, in the same graph. 4+3+3

. (a) (i) Draw the Born-Haber cycle for the formation of calcium oxide crystal. Explain the terms.

(ii) Radius ratio of monovalent cation and anion (r^+/r^-) is 0.225 – 0.414. Predict the crystal structure.

(b) Which of the following carbocation (real/hypothetical) is more stable and why?

$H_3C-O-\overset{\oplus}{C}H_2$ and $O_2N-\overset{\oplus}{C}H_2$

(c) Usign Amagat's and Andrew's curves of a gas, indicate Boyle and critical temperature of it. [(2+1)+1]+3+3

0. (a) Define enantiomeric excess (ee). The ee with respect to (R) isomer is 85%. Calculate the individual percent of (R) and (S) isomers.

(b) Briefly describe :

(i) London interactions

(ii) Lennard-Jones potential.

(c) Define formal charge. Draw the Lewis structure of SO_4^{2-} ion and calculate the formal charge of each atom. 4+3+3

———————