2024

CHEMISTRY — MINOR

Paper : MN-2

(Chemistry Minor - 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) ম্যাক্সওয়েলের ত্রিমাত্রিক আণবিক গতিবিন্যাসের সাহায্যে 300 K তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন গ্যাসের অণুর R.M.S গতিবেগ নির্ণয় করো।

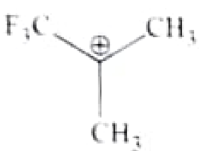
(খ) NaCl-এর গলনাঙ্ক $AlCl_3$-এর গলনাঙ্কের তুলনায় বেশি। ব্যাখ্যা করো।

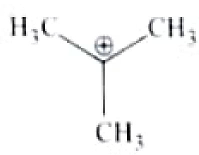
(গ) আলোক সক্রিয়তার সংজ্ঞা লেখো। একটি আলোক সক্রিয় যৌগের উদাহরণ দাও।

(ঘ) গ্যাসের সংনম্যতা গুণক (Compressibility factor)(z) বলতে কী বোঝো? বাস্তব গ্যাসের (উদাহরণস্বরূপ কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস) জন্য চাপের সঙ্গে ইহার পরিবর্তনের সম্মোষ্ঠরেখা অঙ্কন করো।

(ঙ) জলীয় দ্রবণে সালফেট মূলক (SO_4^{2-} radical) কীভাবে শনাক্ত করবে তা লেখো।

(চ) নিম্নলিখিত কার্বোক্যাটায়ন দুটির ব্যাখ্যাসহ স্থায়িত্ব তুলনা করো :

(অ) 

(আ) 

(ছ) একটি গ্যাস অণুর 'গড় মুক্ত পথ' (Mean free path)-এর সংজ্ঞা দাও। 'গড় মুক্ত পথ' কীভাবে চাপ ও তাপের উপর নির্ভরশীল?

(জ) কার্বন ডাইঅক্সাইডের দ্বিমেরু ভ্রামকের মান (dipole moment) শূন্য কিন্তু জলের দ্বিমেরু ভ্রামকের (dipole moment) মান 1.85 D। ব্যাখ্যা করো।

(ঝ) একটি সঠিকভাবে চিহ্নিত (properly labelled) দ্বিধাপীয় তাপ উৎপাদক বিক্রিয়ার শক্তি পরিলেখ চিত্র (Energy profile diagram) অঙ্কন করো, যার প্রথম ধাপটি হল বিক্রিয়াটির গতি নির্ণায়ক ধাপ। (কেবল চিহ্নিত শক্তি পরিলেখ চিত্রটি অঙ্কন করবে)

(ঘ) নিম্নলিখিত কোন আন্তঃআণবিক প্রতিক্রিয়াটি (Intermolecular interaction) তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

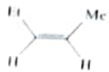
(অ) Keesom প্রতিক্রিয়া (Keesom interaction)

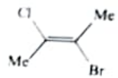
(আ) Debye প্রতিক্রিয়া (Debye interaction)

তোমার উত্তরের ব্যাখ্যা লেখো।

(ঙ) NaI বেঞ্জিনে দ্রাব্য কিন্তু NaCl নয়। ব্যাখ্যা করো।

(চ) নিম্নলিখিত যৌগদুটির E / Z হিসাবে চিহ্নিত করো :

(অ) 

(আ) 

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) 'অ্যান্ড্রুজের কার্বন ডাইঅক্সাইড এর PV সমতাপীয় রেখাচিত্র' (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) বিভিন্ন উষ্ণতায় সমতাপীয় রেখাগুলির আকৃতি

(আ) সংকট উষ্ণতার উপরে ও নীচে রেখাগুলির আকৃতিতে তফাত ক ২+৩

অথবা,

(খ) 'শক্তির সমবণ্টন নীতি' (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) বিবৃতি (statement) ও ব্যাখ্যা (explanation)

(আ) জল ও কার্বন ডাইঅক্সাইড অণুর $\frac{C_P}{C_V}$ মান (১+২)+(১+১)

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) 'ব্যাসার্ধ অনুপাত নীতি' (Radius ratio rule) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) স্বীকৃত ভাবনা (Assumptions) (যে-কোনো দুটি)

(আ) 'Octahedral crystal lattice'-এর limiting radius ratio-র মান

(ই) যে-কোনো দুটি ব্যবহারিক উপযোগিতা ২+১+২

অথবা,

(খ) 'ফাজানের নিয়মাবলী' (Fajan's rules) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) তিনটি নিয়ম

(আ) যে-কোনো দুটি যথার্থ উদাহরণ ৩+২

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) 'মাইক্রোস্কোপিক পরাবর্ত ক্রিয়া' (Microscopic reversible reactions) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) সংজ্ঞা

(আ) যে-কোনো দুটি যথার্থ উদাহরণ। ২+৩

অথবা,

(খ) 'হ্যামন্ডের স্বীকার্য' (Hammond's postulates) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

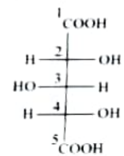
(অ) 'স্বীকার্য'টির বিবৃতি

(আ) তাপ-উৎপাদক এবং তাপগ্রাহী বিক্রিয়ার শক্তি পরিলেখ চিত্রের (Energy profile diagram) দ্বারা উপরোক্ত স্বীকার্যটির ব্যাখ্যা। (কেবলমাত্র শক্তি পরিলেখ চিত্রটি অঙ্কন করবে ও চিহ্নিত করবে)। ৩+(১+১)

৫। (ক) ম্যাক্সওয়েলের ত্রিমাত্রিক আণবিক গতিবিন্যাসের সমীকরণটি লেখো এবং এই সমীকরণ থেকে গ্যাসীয় অণুগুলির গড় গতিবেগ নির্ণয় করো।

(খ) 'Qualitative Inorganic Analysis'-এ দুটি বিঘ্নসৃষ্টিকারী অ্যাসিড মূলকের নাম লেখো। কেন এগুলিকে বিঘ্নকারী মূলক বলা হয়? কোন group analysis করার পূর্বে এগুলিকে অপসারণ করা প্রয়োজন?

(গ) নিম্নলিখিত যৌগটিতে C-2, C-3 ও C-4 পরমাণুগুলিকে কাইরোটপিক/একাইরোটপিক (chirotopic/achirotopic) এবং স্টিরিওজেনিক/নন-স্টিরিওজেনিক (stereogenic/non-stereogenic) রূপে বিবৃত করো।

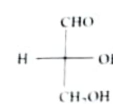


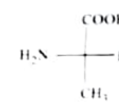
(১+৩)+(১+১+১)+৩

৬। (ক) বর্ন-হেবার চক্রের সাহায্যে সোডিয়াম ক্লোরাইড কেলাসের 'ল্যাটিস শক্তি' (lattice energy)-র মান নির্ণয় করো।

[প্রদত্ত : $\Delta H_{sub(Na(s))} = 110$ kJ/mol; $\Delta H_{IE(Na\ gas)} = 494$ kJ/mol; $\Delta H_{Dis(Cl_2\ gas)} = 242$ kJ/mol; $\Delta H_{EA(Cl\ gas)} = -347$ kJ/mol; $\Delta H_{For(NaCl)} = -414$ kJ/mol]

(খ) নিম্নলিখিত যৌগদুটির D/L এবং R/S গঠন নির্ণয় করো। R/S গঠনের ক্ষেত্রে লিগান্ড বা গ্রুপগুলির অগ্রাধিকার ক্রম উল্লেখ করো।

(অ) 

(আ) 

(গ) van der Waals সমীকরণের সাহায্যে প্রমাণ করো : $\frac{RT_C}{P_C V_C} = \frac{8}{3}$ ৪+(১+১+১)+৩

৭। (ক) আয়নাক সক্রিয় একটি ভিন্ন আয়নের বেসিক মিশ্রণ থেকে কীভাবে ক্যাটায়নগুলিকে পৃথক করবে তা একটি উপযুক্ত উদাহরণ সহকারে দেখাও।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের ত্রিমাত্রিক গতিবেগ বণ্টন সমীকরণটিকে গতিশক্তির বণ্টন সমীকরণে (Kinetic energy distribution) রূপান্তরিত করো।

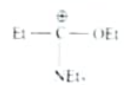
[প্রদত্ত : ম্যাক্সওয়েলের ত্রিমাত্রিক গতিবেগ বণ্টন সমীকরণ : $\frac{1}{N}\frac{dN_c}{dc} = 4\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{3/2} e^{-\frac{mc^2}{2kT}} c^2$]

(গ) সম-আয়ন প্রভাব কাকে বলে? এই প্রভাবের সাহায্যে কীভাবে গ্রুপ-IIIA-এর বিভিন্ন ধাতব আয়নকে inorganic qualitative analysis-এর সময় পৃথকীকরণ করা হয়। ৪+৩+৩

৮। (ক) বয়েলের তাপমাত্রা কাকে বলে? একটি van der Waals গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েল তাপমাত্রার expression-টি নির্ণয় করো।

(খ) VSEPR তত্ত্বের সাহায্যে SF_4 এবং XeF_4 অণু দুটির আকার বর্ণনা করো।

(গ) নিম্নলিখিত কার্বোক্যাটায়নটির অনুনাদী কাঠামোগুলি লেখো এবং সর্বাপেক্ষা অবদানকারী অনুনাদী কাঠামো কোনটি যুক্তিসহ নির্ণয় করো :



(১+৩)+(১½+১½)+(১+১+১)

৯। (ক) ব্যাখ্যাসহ Bent-এর সূত্রটি বিবৃত করো। Bent-এর সূত্রের সাহায্যে PCl_3F_2 এবং PCl_2F_3 অণু দুটির গঠন অঙ্কন করো।

(খ) বিকিরণ সূর্যালোকে মিথেনের ক্লোরিনেশন (Chlorination) প্রক্রিয়াটির ক্রিয়াকৌশল বর্ণনা করো।

(গ) van der Waals সমীকরণটিকে virial সমীকরণরূপে রূপান্তরিত করো এবং দ্বিতীয় virial সহগ (second virial coefficient)-টি নির্ণয় করো। [২+(১+১)]+৩+(৩+১)

১০। (ক) রেসিমাইজেশন (racemisation) প্রক্রিয়ার সংজ্ঞা লেখো। কার্বোক্যাটায়ন দ্বারা সংঘটিত রেসিমাইজেশন প্রক্রিয়ার একটি উদাহরণ দাও।

(খ) ম্যাক্সওয়েলের ত্রিমাত্রিক গতিবেগ বণ্টন সমীকরণ থেকে সর্বাধিক সম্ভাব্য গতিবেগের (most probable velocity) সমীকরণ (expression)-টি নির্ণয় করো।

(গ) ভ্যান ডার ওয়ালস ধ্রুবকের সঙ্গে ক্রান্তিক উষ্ণতা ও ক্রান্তিক চাপের মধ্যে গাণিতিক সম্পর্কটি নিরূপণ করো। (২+২)+৩+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks

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

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

(a) Calculate the R.M.S. speed of molecules of hydrogen gas at 300 K using three-dimensional Maxwell distribution of molecular speed.

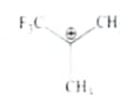
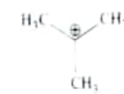
(b) Melting point of NaCl is greater than that of $AlCl_3$. Explain.

(c) Define optical activity. Give example of an optically active compound.

(d) What is compressibility factor (z) of a gas? For a real gas (e.g., carbon dioxide), draw an isotherm indicating its variation with pressure.

(e) How can you detect sulphate (SO_4^{2-}) radical in aqueous solution?

(f) Compare the stabilities between the following pair of carbocations with explanation.

(i)  (ii) 

(g) Define mean free path of a gas molecule. How does the mean free path depend on temperature and pressure?

(h) The dipole moment of carbon dioxide is zero but that of water is 1.85 D. Explain.

(i) Draw the properly labelled energy profile diagram of a two-step exothermic reaction, where first step is the rate determining step. (Draw the labelled energy profile diagram only.)

(j) Which of the following intermolecular interactions depends on temperature?

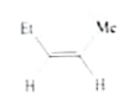
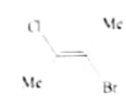
(i) Keesom interaction

(ii) Debye interaction

Explain your answer.

(k) NaI is soluble in benzene but NaCl not. Explain the observation.

(l) Assign E/Z notation to the following compounds.

(i)  (ii) 

2. Write short note on :

(a) Andrews curves for carbon dioxide (P-V isotherms) using the following points :

(i) The nature of isotherms at different temperatures

(ii) The difference in the nature of the curves obtained above and below the critical temperature. 2+3

Or,

(b) Principle of equipartition of energy using the following points :

(i) Statement and explanation

(ii) $\frac{C_P}{C_V}$ value for water and carbon dioxide molecules. (1+2)+(1+1)

3. Write short note on :

(a) 'Radius ratio rule' using the following points :

(i) Assumptions (*any two*)

(ii) Limiting radius ratio value for octahedral crystal lattice

(iii) Any two applications. 2+1+2

Or,

(b) 'Fajan's rules' using the following points :

(i) Three rules

(ii) Any two proper examples. 3+2

4. Write short note on :

(a) 'Microscopic reversible reactions' using the following points :

(i) Definition

(ii) Any two proper examples. 2+3

Or,

(b) 'Hammond's postulate' using the following points :

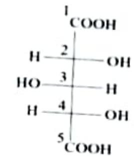
(i) Statement of postulate

(ii) Explanation of the postulate through energy profile diagram corresponding to an exothermic reaction and an endothermic reaction. (Draw the labelled energy profile diagram only).

5. (a) Write down the Maxwell distribution of molecular speed expression in three dimension and determine the value of the average speed of the gas molecules from this expression. 3+(1+1)

(b) Name any two interfering acid radicals in qualitative inorganic analysis. Why are they called so? Before which group analysis these radicals need to be removed?

(c) In the following compound, designate C-2, C-3 and C-4 as chirotopic/achirotopic and stereogenic/non-stereogenic.

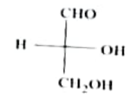


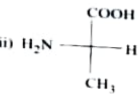
(1+3)+(1+1+1)+3

6. (a) Calculate the lattice energy value of sodium chloride crystal using Born-Haber cycle.

[Given : $\Delta H_{sub[Na(s)]} = 110$ kJ/mol; $\Delta H_{IE(Na\ gas)} = 494$ kJ/mol; $\Delta H_{Dis[Cl_2\ gas]} = 242$ kJ/mol, $\Delta H_{EA(Cl\ gas)} = -347$ kJ/mol; $\Delta H_{For(NaCl)} = -414$ kJ/mol]

(b) Assign *D/L* and *R/S* configurations of the following compounds. In case of *R/S* configuration, show the priority sequence of the ligands or groups.

(i) 

(ii) 

(c) Starting from van der Waals equation prove that $\frac{RT_C}{P_C V_C} = \frac{8}{3}$. 4+(1+1+1)+3

7. (a) How will you resolve a racemic mixture of an optically active organic acids into constituent enantiomers? Show the process with a suitable example.

(b) Convert Maxwell's distribution of molecular speed in two dimension into kinetic energy distribution.

[Given : Maxwell's 2D speed distribution equation : $\frac{1}{N}\frac{dN_C}{dC} = 2\pi\left(\frac{m}{2\pi kT}\right)e^{-\frac{mc^2}{2kT}}C$]

(c) What is common ion effect? How does this effect help to separate different metal ions in group-IIIA during inorganic qualitative analysis? 4+3+3