

2026

CHEMISTRY — MINOR

Paper : MN-2

(Fundamentals of Chemistry - II)

Full Marks : 75

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

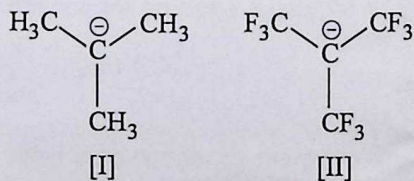
প্রাপ্তিলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

প্রশ্ন নং ১, ২, ৩ ও ৪ (বাধ্যতামূলক) এবং অবশিষ্ট থেকে যে-কোনো চারটি (প্রশ্ন নং ৫ থেকে ১০) প্রশ্নের উত্তর দাও।

১। যে-কোনো দশটি প্রশ্নের উত্তর দাও :

২×১০

- (ক) 300 K তাপমাত্রায় অক্সিজেন অণুর সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ (most probable speed) নির্ণয় করো।
- (খ) BeCl_2 কেন প্রধানত সমযোজী অথচ MgCl_2 কেন আয়নিক? — তা ব্যাখ্যা করো।
- (গ) (R)-2-বিউটানল এবং (S)-2-বিউটানল-এর গঠন সংকেত অঙ্কন করো।
- (ঘ) বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েল তাপমাত্রা (Boyle Temperature) বলতে কী বোঝো?
- (ঙ) দুটি বিঘ্নসৃষ্টিকারী (interfering) অ্যানায়নের নাম ও সংকেত লেখো।
- (চ) 'Stereogenic Centre' বলতে কী বোঝো? একটি উদাহরণ দাও।
- (ছ) সংশ্লিষ্ট অবস্থার (Corresponding States) সূত্রটি বিবৃত করো।
- (জ) কার্বন ডাইঅক্সাইড ও সালফার ডাইঅক্সাইড অণু দুটির দ্বিমেরু ভ্রামকের মান তুলনা করো।
- (ঝ) 2-বিউটিন-এর E- এবং Z- গঠনগুলি দেখাও।
- (ঞ) ম্যাক্সওয়েলের একমাত্রিক গতিবিন্যাসের সূত্রটি লেখো এবং প্রত্যেকটি পদ চিহ্নিত করো।
- (ট) আয়নিক কঠিন পদার্থের ক্ষেত্রে কেলাসে দুটি stoichiometric ত্রুটির নাম উল্লেখ করো।
- (ঠ) নিম্নলিখিত কার্ব্যানায়নগুলিকে স্থায়িত্বের ঊর্ধ্বক্রমে সাজাও ও ব্যাখ্যা করো।



২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

- (ক) আন্তঃআণবিক সক্রিয়তা (Intermolecular interactions) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) —
- (অ) তিন ধরনের আন্তঃআণবিক সক্রিয়তা এবং তাপমাত্রার উপর তাদের নির্ভরতা (ব্যাখ্যাসহ)

Please Turn Over

(7235)

(আ) লেনার্ড-জোন্স 6-12 বিভব : লেনার্ড-জোন্স প্যারামিটার দেখানো বিভব শক্তি-লেখচিত্র।

৩+২

অথবা

(খ) গ্যাসের আণবিক সংঘর্ষণ (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) —

(অ) স্বীকৃত ভাবনা

(আ) একই গ্যাসের দুটি অণুর মধ্যে দ্বৈত সংঘর্ষের হার ও তার প্রতিপাদন।

১+৪

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) জালক শক্তি (Lattice Energy) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) —

(অ) সংজ্ঞা

(আ) NaCl কেলাস প্রস্তুতির বর্ন-হেবার চক্রটি অঙ্কন করো এবং জালকশক্তির সমীকরণটি উপপাদন করো।

২+৩

অথবা

(খ) ব্যাসার্ধ অনুপাতের রীতি (Radius Ratio Rule) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) —

(অ) সংজ্ঞা

(আ) Octahedral কেলাসের ক্ষেত্রে ব্যাসার্ধ অনুপাতের সীমা নির্ধারক মান নির্ণয়

(ই) একটি সীমাবদ্ধতা।

১+৩+১

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো :

(ক) জৈব যৌগের রেজোলিউশন (Resolution) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) —

(অ) সংজ্ঞা

(আ) একটি রেসিমিক (racemic) কার্বিক্সিলিক অ্যাসিডের ডায়াস্টিরিওমারিক (diastereomeric) লবণ প্রস্তুতির মাধ্যমে রেজোলিউশন পদ্ধতি ব্যাখ্যা করো।

২+৩

অথবা

(খ) Free radical প্রতিস্থাপন (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে) —

(অ) সংজ্ঞা

(আ) মিথেনের হ্যালোজেনেশনের শর্ত

(ই) মিথেনের ক্লোরিনেশনের ধাপসহ ক্রিয়াকৌশল।

১+১+৩

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

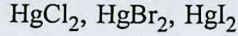
(খ) কার্বন ডাইঅক্সাইড অণু এবং নাইট্রেট আয়নের প্রত্যেকটি পরমাণুর ফরমাল আধান (Formal charge) নির্ণয় করো।

(গ) নন-ক্র্যাসিকাল কার্বোক্যাটায়নের সংজ্ঞা লেখো এবং একটি উদাহরণ দাও।

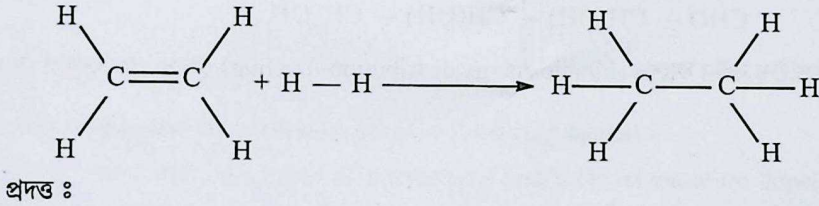
৪+৩+৩

৬। (ক) (অ) পোলারাইজিং ক্ষমতা এবং পোলারাইজেবিলিটির সংজ্ঞা দাও।

(আ) নিম্নলিখিত যৌগগুলি জৈব দ্রবণে দ্রাব্যতার উর্ধ্বক্রমে সাজাও।



(খ) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াটির এনথ্যালপি পরিবর্তন (ΔH) গণনা করো :



H – H বন্ধন শক্তি : 431.00 kJ/mol

C = C বন্ধন শক্তি : 606.00 kJ/mol

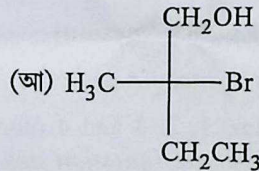
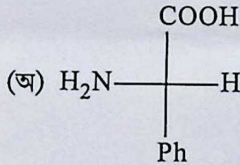
C – C বন্ধন শক্তি : 336.00 kJ/mol

C – H বন্ধন শক্তি : 410.00 kJ/mol

(গ) শক্তি সমবন্টন নীতিটি লেখো (Principle of equipartition of energy) ও ব্যাখ্যা করো।

(২+২)+৩+৩

৭। (ক) নিম্নলিখিত যৌগগুলির D/L এবং R/S (R/S-এর ক্ষেত্রে গ্রুপগুলির অগ্রাধিকার ক্রম উল্লেখ করে) গঠন নির্ণয় করো।



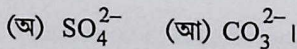
(খ) একটি বাস্তব গ্যাসের ক্ষেত্রে অ্যান্ড্রু সিসেম (Andrew's isotherm) লেখচিত্রটি অঙ্কন করো ও ব্যাখ্যা করো।

(অ) সংকট তাপমাত্রাতে

(আ) সংকট তাপমাত্রার উপরে

(ই) সংকট তাপমাত্রার নিচে।

(গ) VSEPR নীতি অনুযায়ী নিম্নলিখিত আয়নগুলির গঠন নির্ণয় করো।



৪+৩+৩

৮। (ক) ভ্যান ডার ওয়ালস সমীকরণকে ভিরিয়াল (Virial) সমীকরণে রূপান্তরিত করো।

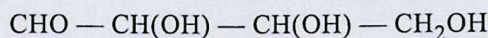
(খ) (অ) CH_4 এবং CH_2F_2 অণু দুটির 'C' পরমাণুর মধ্যে কোন কার্বন পরমাণু অসমতুল্য সংকরায়ণ (non-equivalent hybrid orbital)-যুক্ত আছে? কারণসহ ব্যাখ্যা করো।

(আ) SF_4 অণুতে 'S' পরমাণুর হাইব্রিডাইজেশন লেখো।

(গ) রেসিমাইজেশন (Racemisation) কী? অম্লীয় মাধ্যমে একটি আলোক-সক্রিয় অ্যালকোহলের রেজিমাইজেশন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করো। 8+(২+১)+৩

৯। (ক) সাধারণ আয়ন প্রভাবের (Common ion effect) সংজ্ঞা লেখো। গ্রুপ-II-এর গুণগত বিশ্লেষণে এর প্রয়োগ উল্লেখ করো।

(খ) নিম্নলিখিত যৌগের এরিথ্রো (erythro) এবং থ্রিও (threo) রূপগুলি প্রদর্শন করো।



(গ) ত্রিমাত্রিক ক্ষেত্রে গতিশক্তির বণ্টন ফাংশন (kinetic energy distribution function) লেখো এবং দেখাও যে গড় গতিশক্তি

$$\frac{3}{2} k_B T$$

8+৩+৩

১০। (ক) নিম্নলিখিত বিক্রিয়াগুলির জন্য বিভবশক্তির লেখচিত্র (potential diagram) আঁকো :

(অ) একটি এক-পদক্ষেপ তাপমোচী বিক্রিয়া

(আ) একটি দ্বি-পদক্ষেপ তাপগ্রাহী বিক্রিয়া, যেখানে দ্বিতীয় পদক্ষেপটি হার-নির্ধারক।

(খ) 27°C ও 1 atm চাপে অক্সিজেন অণুর binary collision frequency গণনা করো। (O₂-এর বন্ধন দূরত্ব = 2.5 Å)

(গ) ম্যাগনেশিয়াম ফসফেটের (Mg₃(PO₄)₂) দ্রাব্যতা এবং দ্রাব্যতা গুণফলের মধ্যে গাণিতিক সম্পর্কটি নির্ণয় করো।

8+৩+৩

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

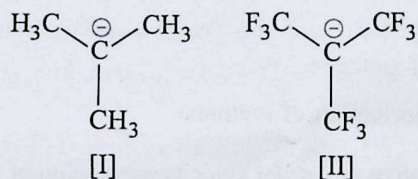
Answer *question nos. 1, 2, 3 and 4* (compulsory) and *any four* from the rest (*question nos. 5 to 10*).

1. Answer *any ten* questions :

2×10

- Calculate the most probable speed of oxygen molecules at 300 K.
- Explain why BeCl₂ is predominantly covalent whereas MgCl₂ is ionic.
- Draw the structures of (*R*)-2-butanol and (*S*)-2-butanol.
- Explain the concept of Boyle temperature for real gases.
- Give the names and formulae of two interfering anions.
- What do you mean by stereogenic centre? Give an example.
- State the law of Corresponding States.
- Compare the dipole moment values of CO₂ and SO₂ molecules.
- Draw the structures of *E*- and *Z*- forms of 2-butene.
- Write down the expression for Maxwell distribution of molecular velocities in one-dimension, denoting each term.

- (k) Write the names of two stoichiometric defects observed in ionic solid crystals.
- (l) Arrange the following carbanions according to their increasing stability with explanation.



2. Write a short note on :

(a) Intermolecular interactions (using the following points) —

- (i) Three different types of interactions and their temperature dependence (with explanation).
- (ii) Lennard-Jones 6-12 potential; Potential energy diagram showing Lennard-Jones parameters. 3+2

Or

(b) Collision between gas molecules (using the following points) —

- (i) Assumptions
- (ii) Frequency of binary collision between two molecules of same gases with derivation. 1+4

3. Write a short note on :

(a) Lattice energy (using the following points) —

- (i) Definition
- (ii) Construction of Born-Haber cycle for NaCl to find out the expression of lattice energy. 2+3

Or

(b) Radius Ratio rule (using the following points) —

- (i) Definition
- (ii) Calculation of limiting radius ratio for octahedral crystal lattice
- (iii) One limitation. 1+3+1

4. Write a short note on :

(a) Resolution of organic compound (using the following points) —

- (i) Definition
- (ii) Process of resolution of racemic mixture of carboxylic acid through diastereomeric salt formation. 2+3

Please Turn Over

Or

(b) Free radical substitution (using the following points)—

(i) Definition

(ii) Condition for halogenation of methane.

(iii) Step-wise mechanism for chlorination of methane.

1+1+3

5. (a) Write down the Maxwell distribution of molecular velocity expression in two-dimension and determine the value of the average velocity of the gas molecules from this expression.

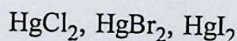
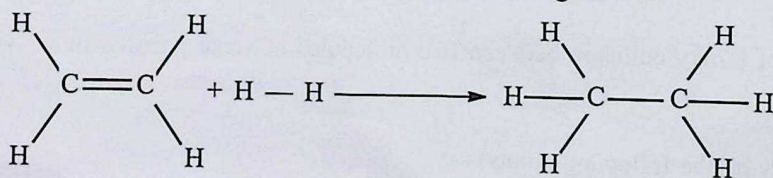
(b) Calculate the formal charges on each atom in carbon dioxide and nitrate ion.

(c) Define non-classical carbocation. Give one example.

4+3+3

6. (a) (i) Define the terms : polarizing power and polarizability.

(ii) Arrange the following compounds according to their increasing solubility in organic solvent :

(b) Calculate the enthalpy change (ΔH) of the following reaction :

Given :

H – H bond energy : 431.00 kJ/mol

C = C bond energy : 606.00 kJ/mol

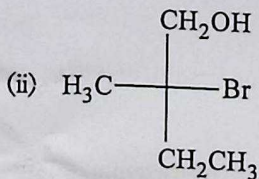
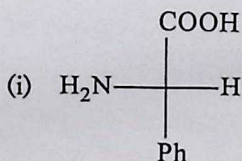
C – C bond energy : 336.00 kJ/mol

C – H bond energy : 410.00 kJ/mol

(c) State and explain the principle of equipartition of energy.

(2+2)+3+3

7. (a) Assign D/L and R/S (showing priority of the groups/ligands for R/S) descriptors to the following compounds :



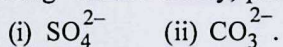
(b) Draw and explain Andrew's isotherm for a real gas

(i) At critical temperature

(ii) Above critical temperature, and

(iii) Below critical temperature.

(c) Using VSEPR theory, predict the shapes of the following ions :



4+3+3

8. (a) Transform the van der Waals equation in virial equation of state.

(b) (i) Between CH_4 and CH_2F_2 , which C - atom has non-equivalent hybrid orbital? Explain with reason.

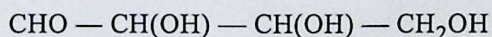
(ii) Find the state of hybridization of S in SF_4 .

(c) What is racemisation? Explain the process of racemisation of an optically active alcohol in acidic medium.

4+(2+1)+3

9. (a) Define : Common ion effect. Explain the role of common ion effect in Group-II qualitative analysis.

(b) Draw the *erythro* / *threo* forms of the following compound :



(c) Write down the kinetic energy distribution function in three-dimension and show that the average

kinetic energy is $\frac{3}{2}k_B T$.

4+3+3

10. (a) Draw a labelled potential energy diagram for the following reactions :

(i) A one-step exothermic reaction.

(ii) A two-step endothermic reaction, where the second step is rate-determining.

(b) Calculate the frequency of binary collisions of oxygen molecules at 27°C at 1 atm. Given the bond distance of O_2 is $2.5 \text{ \AA}$.

(c) Obtain the mathematical relationship between solubility and solubility product of magnesium phosphate, $(\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2)$.

4+3+3