2024

CHEMISTRY — MINOR

Paper : MN-1

(Chemistry Minor - I)

Full Marks : 75

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

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১, ২, ৩, ৪ প্রশ্নগুলি (বাধ্যতামূলক) এবং অবশিষ্ট থেকে ***যে-কোনো চারটি***-র (প্রশ্ন ৫ থেকে ১০-এর মধ্যে) উত্তর লেখো।

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

(ক) পর্যায়সারণীতে কোন্ কোন্ শ্রেণির মৌলগুলি নিষ্ক্রিয় জোড় প্রভাব দেখায়? এই রূপ দু'টি মৌলের উদাহরণ দাও।

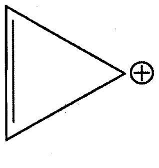
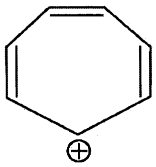
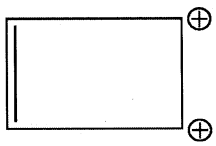
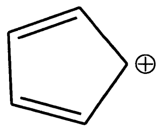
(খ) নিম্নলিখিত অণুগুলির IUPAC নামকরণ করো ঃ

(i) $CH_3 - CH_2 - \underset{\large Br}{\underset{|}{CH}} - COOH$; (ii) $CH_3 - CH = CH - \underset{\large O}{\underset{||}{C}} - CH_3$

(গ) দেখাও যে আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে সমোষ্ণ মুক্ত প্রসারণ একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া।

(ঘ) s, p, d, f ইলেকট্রনগুলিকে স্ক্রিনিং এফেক্ট (Screening effect)-এর উর্ধ্বক্রম অনুযায়ী সাজাও। তোমার উত্তরের যথার্থতা বিচার করো।

(ঙ) নিম্নলিখিত অণু (species) গুলিকে অ্যারোমেটিক অথবা অ্যান্টিঅ্যারোমেটিক শ্রেণিতে বিন্যস্ত করো।

(অ)  (আ)  (ই)  (ঈ) 

(চ) তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের গাণিতিক রূপটি লেখো। প্রতিটি পদ (term) ব্যাখ্যা করো।

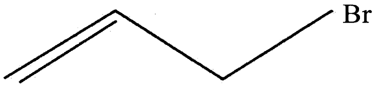
(ছ) পর্যায়সারণীভুক্ত যে-কোনো দু'টি তরল মৌলের নাম লেখো।

(জ) টারশিয়ারিবিউটানল জলে যে-কোনো অনুপাতে দ্রবীভূত হয়, কিন্তু নর্মাল বিউটানল (*n*-butanol) জলে আংশিক দ্রবণীয়। পর্যবেক্ষণটি ব্যাখ্যা করো।

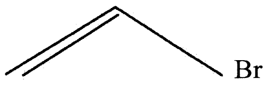
(ঝ) একটি শূন্যক্রম বিক্রিয়ার অর্ধায়ু বিক্রিয়কের প্রাথমিক গাঢ়ত্বের সঙ্গে সমানুপাতিক। উদ্ধৃতিটির সপক্ষে বা বিপক্ষে যুক্তি দাও।

(ঞ) যোজ্যতা প্রকোষ্ঠে ইলেকট্রন বিন্যাস Ca ও Zn উভয়ের জন্য $4s^2$ কিন্তু প্রথম আয়নিকরণ শক্তি Zn অপেক্ষা Ca- এর কম। — ব্যাখ্যা করো।

(ট) নিম্নলিখিত দু'টি অণুর জোড়ের (pair) মধ্যে কোন্‌টির দ্বিমেরু ভ্রামক বেশি এবং কেন?



এবং



(ঠ) নিম্নলিখিত প্রথমক্রম উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে গাঢ়ত্ব বনাম সময় লেখচিত্রটি অঙ্কন করো ঃ

$$A \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} B$$

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) ডি ব্রগলি (de Broglie) প্রকল্প (Hypothesis) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) গাণিতিক রূপসহ বিবৃতি (statement)

(আ) যথার্থতা (significance) (২+১)+২

অথবা,

(খ) একটি পরমাণুর ইলেকট্রন আসক্তি (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) সংজ্ঞা

(আ) পর্যায় এবং শ্রেণি বরাবর পরিবর্তন

(ই) ফ্লোরিন এবং ক্লোরিনের ইলেকট্রন আসক্তির তুলনা। ১+২+২

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) আবেশ প্রভাব (Inductive effect) (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) আবেশ প্রভাবের তিনটি মুখ্য বৈশিষ্ট্য (salient features)

(আ) ক্লোরোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড, ব্রোমোঅ্যাসেটিক অ্যাসিড এবং আয়োডোঅ্যাসেটিক অ্যাসিডের অম্লত্বের তুলনা। ৩+২

অথবা,

(খ) (অ) HOMO, LUMO এবং SOMO-র সম্পূর্ণ নামগুলি (full form)।

(আ) σ, σ^*, π, π^* এবং n আণবিক কক্ষকগুলি।

(ই) σ, π, এবং π^* কক্ষকগুলির শক্তির ঊর্ধ্বক্রম।

১ ১/২+(১/২+১/২+১/২+১/২+১/২)+১

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) তাপ ধারকত্ব (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) C_P এবং C_V-এর তাপগতিবিদ্যা অনুযায়ী সংজ্ঞা।

(আ) দেখাও যে, $C_P - C_V = T \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ (১+১)+৩

অথবা,

(খ) ক্রমান্বয়ী প্রথম ক্রম বিক্রিয়া (নিম্নলিখিত বিষয়গুলি অনুসরণ করে)

(অ) নিম্নলিখিত ক্রমান্বয়ী প্রথম ক্রম বিক্রিয়ার জন্য ঃ

$$A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$$

t সময়ে B-এর গাঢ়ত্ব নির্ণয় করো।

(আ) A, B ও C-এর গাঢ়ত্ব বনাম সময় লেখচিত্রগুলি অঙ্কন করো। ৩+২

৫। (ক) পাউলি অপবর্জন নীতিটি বিবৃত করো। এই নীতির সাহায্যে 2p উপকক্ষকের সর্বাধিক সংখ্যক ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা নির্ণয় করো।

(খ) $H_3C - C \equiv C - H$ অণুটির অরবিটাল চিত্র (orbital picture) অঙ্কন করো এবং প্রতিটি কার্বন পরমাণুর সংকরায়ণ নির্দেশ করো।

(গ) n mole আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় সমোষ্ণ পরাবর্ত প্রসারণের কৃতকার্যের (work done) পরিমাণ নির্ণয় করো। ৪+৩+৩

৬। (ক) অ্যালাইল ক্যাটায়নের $(CH_2 = CH - \overset{\oplus}{C}H_2)$ আণবিক কক্ষক (Molecular Orbital) গুলির উত্তেজিত (excited) ও গ্রাউন্ড (ground) state-এ অণুটির চিত্র (diagram) অঙ্কন করো। ইলেকট্রনিক বিন্যাসসহ HOMO ও LUMO নির্দেশ করো।

(খ) 25°C উষ্ণতায় N_2O_5 এর ভাঙন বিক্রিয়ার অর্ধায়ু 2.05×10^4 sec এবং ইহা প্রারম্ভিক গাঢ়ত্বের উপর নির্ভরশীল নয়।

(অ) বিক্রিয়াটির ক্রম কত হবে?

(আ) N_2O_5-এর 80% ভাঙন হতে কত সময় লাগবে?

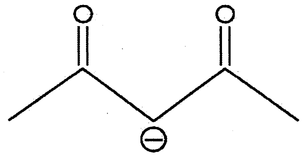
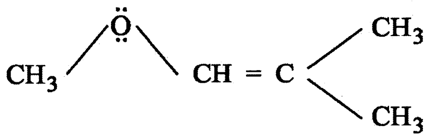
(গ) Na অপেক্ষা Na^+ এর আকার ছোটো; কিন্তু Cl অপেক্ষা Cl^- এর আকার বড়ো। ব্যাখ্যা করো।

(১½+১½+১)+(১+২)+৩

৭। (ক) 'পথনির্ভর অপেক্ষক' এবং 'অবস্থা নির্ভর অপেক্ষক' বলতে কী বোঝো? দেখাও যে, একটি আদর্শ গ্যাসের আয়তন অবস্থা নির্ভর অপেক্ষক।

(খ) পর্যায় সারণীর একটি শ্রেণির নাম লেখো যেখানে কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় মৌলগুলি যুগপৎ অবস্থান করে। এই শ্রেণির প্রত্যেকটি মৌলের ভৌত অবস্থা লেখো।

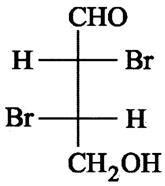
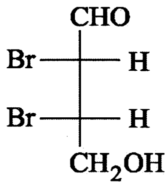
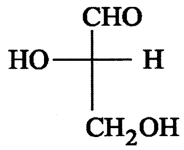
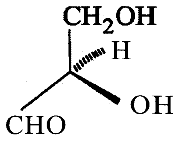
(গ) নিম্নলিখিত অণুগুলির সংস্পন্দন চিত্রগুলি অঙ্কন করো এবং প্রতিক্ষেত্রে সর্বাধিক অবদানকারী সংস্পন্দন গঠন নির্দেশ করো।

(অ)  ; (আ) 

৪+৩+(১½+১½)

৮। (ক) Zn (zinc) পরমাণুর (Z = 30) একটি 4s এবং একটি 3d ইলেকট্রনের কার্যকরী নিউক্লিও আধান বাহির করো।

(খ) নিম্নলিখিত অণুজোড়গুলির (pair of molecules) 'র মধ্যে এনানশিওমার/ডায়াস্টিরিও আইসোমার সম্পর্ক নির্ণয় করো।

(অ)  ও  (আ)  ও 

(গ) নিম্নলিখিত দ্বিতীয় ক্রম বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে

$$A + B \xrightarrow{k} \text{Product(s)}$$

দু'টি বিক্রিয়কের প্রারম্ভিক গাঢ়ত্ব সমান ধরে হার ধ্রুবকের গাণিতিক রূপটি নির্ণয় করো। ৪+(১½+১½)+৩

৯। (ক) (অ) একটি উপযুক্ত উদাহরণসহ স্টিরিওজেনিক কেন্দ্রের (stereogenic centre) সংজ্ঞা দাও।

(আ) ব্যাখ্যাসহ ক্লোরোইথেন (Chloroethane) এবং ক্লোরোইথিনের (Chloroethene) দ্বিমেরু ভ্রামকের তুলনা করো।

(খ) একটি বদ্ধ সিস্টেমের (closed system) এনথ্যালপির (enthalpy) সংজ্ঞা লেখো। দেখাও যে, নির্দিষ্ট চাপে একটি সিস্টেম যে পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে তা ওই সিস্টেমের এনথ্যালপি পরিবর্তনের সঙ্গে সমান।

(গ) যে কোনো মৌলের ক্ষেত্রে $I.E_1$ অপেক্ষা $I.E_2$ সর্বদা বড়ো যেখানে I.E হল আয়নিকরণ শক্তি (Ionisation energy)। — ব্যাখ্যা করো। (২+২)+৩+৩

১০। (ক) একটি আদর্শ এক পারমাণবিক গ্যাসের 2 মোলকে 100°C এবং 5 atm চাপ থেকে 2 atm চাপে রুদ্ধতাপীয় এবং পরাবর্ত প্রক্রিয়ায় প্রসারিত করা হ'ল। নিম্নলিখিত রাশিগুলির মান গণনা করো।

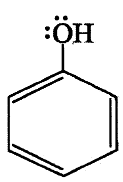
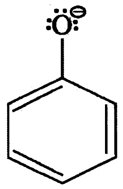
(অ) গ্যাসটির দ্বারা কৃতকার্যের পরিমাণ (work done)

(আ) অন্তিম আণবিক আয়তন

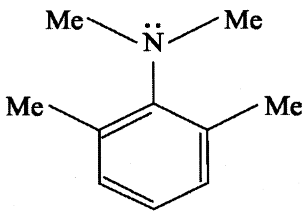
(ই) এনথ্যালপির পরিবর্তন।

(খ) $SnCl_2$ বিজারক কিন্তু $PbCl_2$ নয়— ব্যাখ্যা করো।

(গ) (অ) ব্যাখ্যাসহ নিম্নলিখিত অণুগুলির (species) স্থায়িত্বের তুলনা করো ঃ


এবং


(আ) নিম্নলিখিত যৌগটিতে বেঞ্জিন শৃঙ্খলের উপর N পরমাণুর নিঃসঙ্গ ইলেকট্রনজোড় সীমাবদ্ধ থাকে (not delocalised) কেন— ব্যাখ্যা করো।



(১½+১½+১)+৩+(১½+১½)

[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) Elements of which groups show inert pair effect? Name any two elements showing this effect.

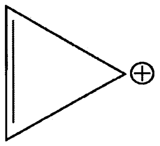
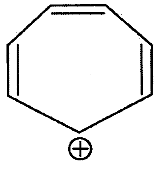
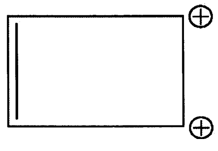
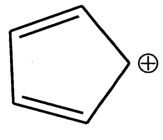
(b) Write down the IUPAC nomenclature of the molecules shown below :

(i) $CH_3 - CH_2 - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{CH}} - COOH$; (ii) $CH_3 - CH = CH - \underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}} - CH_3$

(c) Show that isothermal free expansion of an ideal gas is adiabatic.

(d) Arrange the s, p, d and f electrons in increasing sequence of their screening effect. Justify your answer.

(e) Classify the following species as aromatic or antiaromatic :

(i)  (ii)  (iii)  (iv) 

Please Turn Over

(f) Write down the mathematical expression of the first law of thermodynamics, explaining each term.

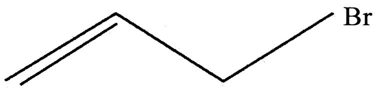
(g) Name any two liquid elements in the periodic table.

(h) Tertiarybutanol is miscible in water in all proportions but *n*-butanol is partly miscible.— Explain.

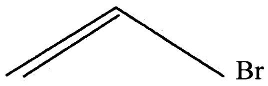
(i) The half-life period of a zero order reaction is directly proportional to the initial concentration of the reactant. — Justify or criticise.

(j) The valence shell electronic configuration of both Ca and Zn is $4s^2$ but the first ionisation energy of Ca is lower than that of Zn.— Explain.

(k) Which of the following pair of molecules has the higher dipole moment and why?



and



(l) Draw the concentration versus time curve for the following first-order opposing reaction :

$$A \underset{k_b}{\overset{k_f}{\rightleftharpoons}} B$$

2. Write short notes on :

(a) de Broglie Hypothesis using the following points :

(i) Statement with mathematical expression

(ii) Significance. (2+1)+2

Or,

(b) Electron affinity of an atom using the following points :

(i) Definition

(ii) Variation along a period and a group

(iii) Comparison of electron affinity between fluorine and chlorine. 1+2+2

3. Write short notes on :

(a) Inductive effect using the following points :

(i) Three salient features of inductive effect.

(ii) Comparison of acidity order of chloroacetic acid, bromoacetic acid and iodoacetic acid. 3+2

Or,

(b) (i) Full forms of HOMO, LUMO and SOMO.

(ii) Characteristics of σ, σ^*, π, π^* and *n* molecular orbitals.

(iii) Arrangement of σ, π, and π^* molecular orbitals in increasing order of energy.

1½+(½+½+½+½+½)+1

4. Write short notes on :

(a) Heat capacity using the following points :

(i) Thermodynamic definitions of C_P and C_V.

(ii) Derivation of $C_P - C_V = T \cdot \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$ (1+1)+3

Or,

(b) Consecutive reaction using the following point :

(i) For the first-order consecutive reaction

$$A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C$$

Concentration of B at time t.

(ii) Concentration versus time curves for A, B and C. 3+2

5. (a) State Pauli's exclusion principle and apply this to predict the maximum capacity of 2p subshell for accommodating electrons.

(b) Draw the orbital picture of $H_3C - C \equiv C - H$ mentioning the hybridisation of each carbon atom.

(c) Derive the expression for work done in an isothermal reversible expansion of n moles of an ideal gas at a given temperature. 4+3+3

6. (a) Draw the molecular orbital (MO) diagram of an allyl cation $(CH_2 = CH - \overset{\oplus}{C}H_2)$ mentioning HOMO and LUMO in the ground state and also in the excited state along with electronic arrangements.

(b) At 25°C, the half-life period for the decomposition of N_2O_5 is 2.05×10^4 sec and is independent of initial concentration of N_2O_5.

(i) What is the order of the reaction?

(ii) What length of time is required for 80% of N_2O_5 to decompose?

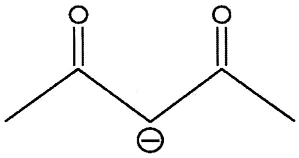
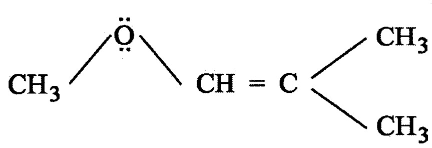
(c) Na^+ is smaller in size than Na whereas Cl^- is larger in size than Cl.— Explain.

(1½+1½+1)+(1+2)+3

7. (a) What are state functions and path functions? Show that volume of an ideal gas is a state function.

(b) Name the group in the Periodic Table where solid, liquid and gaseous elements are simultaneously present. Mention the physical state of each element in this group.

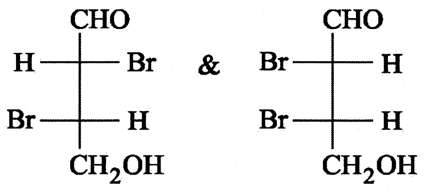
(c) Draw the resonating structures of the following molecules and designate the contributory resonating structure.

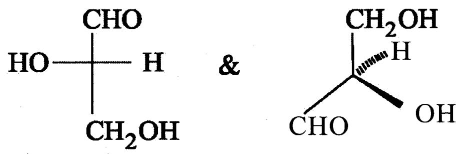
(i)  ; (ii) 

4+3+(1½+1½)

8. (a) Calculate the effective nuclear charge of one 4s and one 3d electrons in Zn (zinc) atom (Z = 30).

(b) Identify the relationship between following pairs of molecule as enantiomer/diastereoisomer.

(i) 

(ii) 

(c) Consider the following second-order reaction :

$$A + B \xrightarrow{k} \text{Product(s)}$$

Derive an expression for the rate constant k assuming the initial concentrations of both the reactants are equal. 4+(1½+1½)+3

9. (a) (i) Define stereogenic centre with a suitable example.

(ii) Compare the dipole moment of chloroethane and chloroethene with explanation.

(b) Define enthalpy of a closed system. Show that enthalpy change of a system is equal to the amount of heat absorbed by the system at constant pressure.

(c) $I.E_2$ of an element is more than its $I.E_1$ (I.E = Ionisation energy)— Explain. (2+2)+3+3

10. (a) 2 moles of an ideal monoatomic gas intially at 100°C and 5 atm pressure expand adiabatically and reversibly to 2 atm pressure. Calculate —

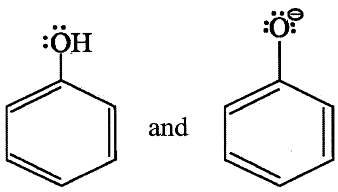
(i) Work done by the gas

(ii) Final molar volume

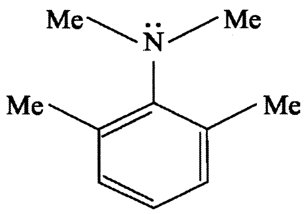
(iii) Change in enthalpy.

(b) $SnCl_2$ is a reducing agent but $PbCl_2$ is not— Explain.

(c) (i) Compare the stability order of the following species with explanation :



(ii) Lone pair on the N atom is not delocalised over the phenyl ring for the following compound. Explain why.



(1½+1½+1)+3+(1½+1½)