2026

CHEMISTRY — MINOR

Paper : MN - 4

(Inorganic Chemistry - I)

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 (*আবশ্যিক*) এবং বাকি প্রশ্নগুলির মধ্যে (প্রশ্নসংখ্যা ৫ থেকে ১০) *যে-কোনো চারটি* প্রশ্নের উত্তর দাও।

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

(ক) σ এবং π বন্ধনের দুটি পার্থক্য লেখো।

(খ) দুটি আয়নীয় যৌগের উদাহরণ দাও যেখানে একটিতে Schottky ত্রুটি এবং অন্যটিতে Frenkel ত্রুটি আছে।

(গ) NH_3, PH_3 এবং AsH_3-কে তাদের স্ফুটনাঙ্কের ঊর্ধ্বক্রম অনুসারে সাজাও।

(ঘ) নিম্নলিখিত অণুগুলির অণুবন্ধী অ্যাসিড ও ক্ষার লেখো ঃ

CH_3COOH এবং NH_3।

(ঙ) একটি অম্লীয় বাফার এবং একটি ক্ষারীয় বাফারের উদাহরণ দাও।

(চ) একটি উদাহরণসহ Spallation বিক্রিয়ার সংজ্ঞা লেখো।

(ছ) He_2-এর অস্তিত্ব নেই। — ব্যাখ্যা করো।

(জ) নিম্নলিখিত যৌগগুলি/আয়নের থেকে লুইস অ্যাসিড এবং লুইস ক্ষারক শনাক্ত করো ঃ BF_3, $OH^{\ominus}$, CH_3OCH_3, $AlCl_3$।

(ঝ) $H_2^{\oplus}$ এবং $H_2^{\ominus}$-এর স্থায়িত্বের তুলনা করো।

(ঞ) Ga doped Si এবং As doped Ge থেকে প্রত্যাশিত অর্ধপরিবাহীর (n বা p) ধরন শনাক্ত করো।

(ট) রেডিও কার্বন ডেটিং-এ কার্বনের কোন আইসোটোপ ব্যবহৃত হয় এবং এর সাহায্যে কোন ক্রিয়াকলাপ পরিমাপ করা হয়?

(ঠ) রেখাচিত্রের মাধ্যমে দেখাও কীভাবে দুটি p-অরবিটাল উপরিপাতিত হয়ে σ এবং σ^* আণবিক অরবিটাল গঠন করে।

২। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে O_2 অণুর আণবিক অরবিটাল চিত্র ঃ

(অ) লেখচিত্র অঙ্কন

(আ) বন্ধনক্রম নির্ণয়। ৩+২

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে অর্ধপরিবাহী ঃ

(অ) সংজ্ঞা

(আ) তাপমাত্রার সাথে পরিবাহিতার পরিবর্তন। ২+৩

৩। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে HSAB নীতি ঃ

(অ) বিবৃতি

(আ) কঠিন অ্যাসিড (Hard Acid) এবং কঠিন ক্ষারের (Hard Base) প্রত্যেকটির ক্ষেত্রে দুটি করে বৈশিষ্ট্য। ১+(২+২)

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে নিউক্লীয় বন্ধন শক্তি রেখাচিত্র ঃ

(অ) রেখাচিত্রটির অঙ্কণ

(আ) হালকা নিউক্লিয়াসের ফিউশন ও ভারি নিউক্লিয়াসের ফিশন ঘটার প্রবণতা। ১+(২+২)

৪। সংক্ষিপ্ত টীকা লেখো ঃ

(ক) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে HF অণুর আণবিক অরবিটাল চিত্র ঃ

(অ) লেখচিত্র অঙ্কন

(আ) বন্ধনক্রম এবং non-bonding ইলেকট্রনের সংখ্যা। ৩+(১+১)

অথবা

(খ) নিম্নলিখিত বিষয়গুলির উপর ভিত্তি করে 'দ্রাবক সিস্টেম অ্যাসিড-ক্ষার তত্ত্ব' (Solvent-system theory) ঃ

(অ) অ্যাসিড, ক্ষার এবং প্রশমন বিক্রিয়ার সংজ্ঞা

(আ) তরল NH_3-এর মধ্যে NH_4Cl-এর প্রকৃতি (ব্যাখ্যাসহ)। ৩+২

৫। (ক) MO তত্ত্বের আলোকে ব্যাখ্যা করো ঃ B_2 প্যারাম্যাগনেটিক এবং C_2 ডায়াম্যাগনেটিক।

(খ) $CH_3^{\ominus}$, $NH_2^{\ominus}$, $F^{\ominus}$ এবং $OH^{\ominus}$ ক্ষারকগুলির প্রোটন আসক্তির ক্রম লেখো (ব্যাখ্যাসহ)।

(গ) ব্যান্ডতত্ত্ব ব্যবহার করে Na ধাতুর পরিবাহীতা ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৬। (ক) বাফার দ্রবণের সংজ্ঞা লেখো। 0.1(M) অ্যাসিটিক অ্যাসিডের 10 mL দ্রবণ ও 0.1(M) NaOH-এর 5.0 mL দ্রবণ মিশিয়ে একটি বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করা হল। দ্রবণের pH নির্ণয় করো। (অ্যাসিটিক অ্যাসিডের $pK_a = 4.74$)।

(খ) নিম্নলিখিত সমীকরণগুলি সম্পূর্ণ করো ঃ

(অ) ${}_8O^{15} \rightarrow {}_1\beta^0 + ...$

(আ) ${}_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow .... + {}_2He^4$

(ই) ${}_6C^{14} \rightarrow {}_7N^{14} + ...$

(গ) KHF_2-এর অস্তিত্ব আছে কিন্তু $KHCl_2$-এর নেই। — ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

৭। (ক) CO অণুর আণবিক অরবিটাল চিত্র অঙ্কন করো এবং বন্ধনক্রম নির্ণয় করো।

(খ) অম্লক্ষারক সূচকের তিনটি বৈশিষ্ট্য লেখো।

(গ) গরম অবস্থার ZnO হলুদ কিন্তু ঠান্ডা অবস্থায় এটি সাদা। এই পর্যবেক্ষণের ব্যাখ্যা দাও। ৪+৩+৩

৮। (ক) ${}^7_3Li$ -এ প্রতি নিউক্লিয়নের নিউক্লীয় বন্ধনশক্তি গণনা করো।

(প্রদত্ত ঃ $m_e = 0.000549$ amu, $m_p = 1.007277$ amu, $m_n = 1.008665$ amu এবং ${}^7_3Li$ এর পারমাণবিক ভর = 6.9814 amu)

(খ) আণবিক অরবিটাল (MO) গঠনের জন্য LCAO পদ্ধতির তিনটি শর্ত লেখো।

(গ) HF, H_2O-এর চেয়ে বেশি শক্তিশালী H-বন্ধন গঠন করে, কিন্তু HF-এর স্ফুটনাঙ্ক H_2O-এর তুলনায় কম। — এর সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪+৩+৩

৯। (ক) উদাহরণসহ দ্রাবকের 'সমতলকরণ প্রভাব' (levelling effect) এবং 'পৃথকীকরণ প্রভাব' (differentiating effect) ব্যাখ্যা করো।

(খ) F_2 অণুর MO ডায়াগ্রাম অঙ্কণ করো। HOMO ও LUMO চিহ্নিত করো।

(গ) অর্থো নাইট্রোফেনল বাষ্পীয় উদ্বায়ী কিন্তু প্যারানাইট্রোফেনল নয়। — ব্যাখ্যা করো। ৪+৩+৩

১০। (ক) N_2, $N_2^{\oplus}$ এবং $N_2^{\ominus}$ -এর বন্ধনক্রম এবং বন্ধনদৈর্ঘ্য তুলনা করো।

(খ) ব্যাখ্যাসহ নিম্নলিখিত সাম্যাবস্থাগুলির অভিমুখ অনুমান করো ঃ

(অ) $LiF + CsI \rightleftharpoons LiI + CsF$

(আ) $2CH_3MgF + HgF_2 \rightleftharpoons (CH_3)_2Hg + 2MgF_2$

(গ) অর্ধপরিবাহী ও কুপরিবাহী-এর মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ করো। 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*** questions from the rest (***question nos.*** **5** to **10**).

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

(a) Give two differences between σ and π bonds.

(b) Give example of two ionic compounds— one with Schottky defect and one with Frenkel defect.

(c) Arrange NH_3, PH_3 and AsH_3 according to their increasing boiling points.

(d) Write the conjugate acids and bases of the following molecules : CH_3COOH and NH_3.

(e) Give examples of an acidic buffer and an alkaline buffer.

(f) Define 'Spallation reaction' with an example.

(g) He_2 does not exist. — Explain.

(h) Identify Lewis acids and Lewis bases from the following species— BF_3, OH^-, CH_3OCH_3, $AlCl_3$.

(i) Compare the stability between $H_2^{\oplus}$ and $H_2^{\ominus}$.

(j) Identify the type of semiconductor (*n* or *p*) expected from the following :
Ga doped Si and As doped Ge.

(k) Which isotope of Carbon is used and what activity is measured in radio-carbon dating?

(l) Show schematically, how two *p*-orbitals overlap to form σ-bonding and anti-bonding molecular orbitals.

2. Write short notes on :

(a) Molecular orbital diagram of O_2 molecule based on the following points :

(i) Construction of MO diagram

(ii) Determination of bond order. 3+2

Or

(b) Semiconductors based on the following points :

(i) Definition

(ii) Variation of conductivity with temperature. 2+3

3. Write short notes on :

(a) HSAB principle based on the following points :

(i) Statement

(ii) Any two characteristic features of hard acid and hard base. 1+(2+2)

Or

(b) Nuclear binding energy curve based on the following points :

(i) Drawing of the curve

(ii) The tendency of lighter nuclei to undergo fusion and that of heavy nuclei to undergo fission. 1+(2+2)

4. Write short notes on :

(a) Molecular orbital diagram of HF molecule based on the following points :

(i) Construction of MO diagram

(ii) Bond order and number of non-bonding electrons. 3+(1+1)

Or

(b) 'Solvent-system theory' of acid and base— based on the following points :

(i) Definition of acid, base and neutralization reaction

(ii) Nature of NH_4Cl in liquid ammonia with explanation. 3+2

5. (a) B_2 is paramagnetic while C_2 is diamagnetic. Explain in the light of MO theory.

(b) Arrange the proton affinity order of the following bases with explanation :

$$CH_3^{\ominus},\ NH_2^{\ominus},\ F^{\ominus},\ OH^{\ominus}$$

(c) Using band theory, explain the conductivity of Na metal. 4+3+3

6. (a) Define a buffer solution. A buffer solution is prepared by mixing 10 mL of 0.1(M) acetic acid with 5.0 mL 0.1(M) NaOH solutions. Find out the pH of the solution. (pK_a of acetic acid 4.74).

(b) Complete the following equations :

(i) $_8O^{15} \rightarrow {}_1\beta^0 + ...$

(ii) $_7N^{14} + {}_0n^1 \rightarrow .... + {}_2He^4$

(iii) $_6C^{14} \rightarrow .... + {}_7N^{14}$

(c) KHF_2 exists, while $KHCl_2$ does not. — Why? 4+3+3

7. (a) Construct the molecular orbital diagram of CO molecule and fin dout the bond order.

(b) Write three important characteristics of acid-base indicator.

(c) ZnO is yellow when hot and white when cold. Explain the observation. 4+3+3

Please Turn Over

8. (a) Calculate the nuclear binding energy per nucleon is $^{7}_{3}Li$ (Given $m_e = 0.000549$ amu, $m_p = 1.007277$ amu, $m_n = 1.008665$ amu and atomic mass of $^{7}_{3}Li = 6.9814$ amu).

(b) Write down three essential conditions of LCAO method to construct the MO.

(c) HF forms stronger H-bonds than H_2O, but HF has lower boiling point compared to H_2O. — Justify. 4+3+3

9. (a) Explain the terms 'levelling effect' and 'differentiating effect' of solvents with examples.

(b) Draw the MO diagram of F_2 molecule. Identify HOMO and LUMO.

(c) Ortho-nitrophenol is steam volatile but para-nitrophenol is not. — Explain. 4+3+3

10. (a) Compare the bond order and bond length of N_2, N_2^+ and N_2^-.

(b) Predict the direction of the following equilibra with explanation—

(i) $LiF + CsI \rightleftharpoons LiI + CsF$

(ii) $2CH_3MgF + HgF_2 \rightleftharpoons (CH_3)_2Hg + 2MgF_2$

(c) Differentiate between semiconductors and insulators. 4+3+3