Civil Services (Main)
Examination, 2026

KVMS–P–CHY

रसायन-विज्ञान (प्रश्न-पत्र–I)

निर्धारित समय : तीन घण्टे

अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

(उत्तर देने के पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़िए)

इसमें **आठ** प्रश्न हैं, जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेजी** दोनों में छपे हुए हैं।

परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।

प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।

प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।

जहाँ आवश्यक हो, निर्देशांक आरेखों को प्रश्न का उत्तर देने के लिए दिए गए स्थान में ही बनाना है।

जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं।

यदि आवश्यक हो, तो उपयुक्त आँकड़ों का चयन कीजिए तथा उनको स्पष्टतया निर्दिष्ट कीजिए।

प्रश्नों के प्रयासों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। आंशिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे काटा न गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गए कोई पृष्ठ अथवा पृष्ठ के भाग को पूर्णतः काट दीजिए।

CHEMISTRY (PAPER–I)

Time Allowed : Three Hours

Maximum Marks : 250

QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.

Candidate has to attempt FIVE questions in all.

Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section.

The number of marks carried by a question/part is indicated against it.

Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.

Coordinate diagrams, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.

Unless otherwise mentioned, symbols and notations have their usual standard meanings.

Assume suitable data, if considered necessary, and indicate the same clearly.

Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

कुछ उपयोगी मौलिक स्थिरांक और रूपांतरण गुणक

Some useful fundamental constants and conversion factors

$N_A = 6 \cdot 022 \times 10^{23}$ mol^{-1}

रिडबर्ग स्थिरांक/Rydberg constant $= 2 \cdot 178 \times 10^{-18}$ J

$c = 2 \cdot 998 \times 10^{8}$ m s^{-1}

$k_B = 1 \cdot 38 \times 10^{-23}$ J K^{-1}

$e = 1 \cdot 602 \times 10^{-19}$ C

$m_e = 9 \cdot 109 \times 10^{-31}$ kg

$F = 96485$ C mol^{-1}

$R = 8 \cdot 314$ J K^{-1} mol^{-1}

$h = 6 \cdot 626 \times 10^{-34}$ J s

$\pi = 3 \cdot 142$

1 amu $= 1 \cdot 66 \times 10^{-27}$ kg

1 cal $= 4 \cdot 184$ J

1 J $= 1$ kg m^2 s^{-2}

1 Å $= 10^{-8}$ cm $= 10^{-10}$ m $= 0 \cdot 1$ nm $= 100$ pm

1 atm $= 760$ torr $= 1 \cdot 01325 \times 10^{5}$ Pa

1 bar $= 1 \times 10^{5}$ Pa $= 0 \cdot 9869$ atm

1 eV $= 1 \cdot 602 \times 10^{-19}$ J

1 L atm $= 101 \cdot 34$ J

1 eV $= 23060$ cal mol^{-1}

$4\pi^2 c^2 = 3 \cdot 55 \times 10^{22}$ cm^2 s^{-2}

$\frac{h^2}{8m_e} = 6 \cdot 025 \times 10^{-38}$ J m^2

$hc = 1 \cdot 986 \times 10^{-25}$ J m

खण्ड—A / SECTION—A

1. *(a)* एक वास्तविक गैस समीकरण, वान डर वाल्स समीकरण

$$\left(P+\frac{n^2a}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$$

है। ऊपरलिखित समीकरण में कौन-सा प्राचल अंतर-आण्विक आकर्षण बल और कौन-सा अंतर-आण्विक प्रतिकर्षण बल दर्शाता है? SI प्रणाली में इनकी इकाइयों को दीजिए।

One real gas equation is van der Waals equation

$$\left(P+\frac{n^2a}{V^2}\right)(V-nb)=nRT$$

Which parameter in the above equation reflects the intermolecular force of attraction and which one reflects the intermolecular force of repulsion? Give their units in SI system. 5

(b) तरल A का पृष्ठ तनाव तरल B के पृष्ठ तनाव से ज्यादा है। कौन-सा तरल ज्यादा *(i)* वाष्प दाब, *(ii)* संसंजक बल, *(iii)* क्वथनांक, *(iv)* केशिका क्रिया और *(v)* क्लेदन गुण प्रदर्शित करेगा? व्याख्या कीजिए।

The surface tension of liquid A is greater than that of liquid B. Which liquid will show larger *(i)* vapour pressure, *(ii)* cohesive force, *(iii)* boiling point, *(iv)* capillary action and *(v)* wetting property? Explain. 5

(c) एक धातु के बने हुए दो ब्लॉकों जिनके द्रव्यमान समान हैं, उनकी समान ऊष्माधारिता है $15\ \text{J K}^{-1}$ (परिकल्पित किया गया है कि यह तापमान पर निर्भर नहीं करता), लेकिन वे क्रमशः भिन्न तापमान 300 K तथा 400 K पर हैं। अगर दोनों ब्लॉकों में ऊष्मीय संपर्क है और वे साम्यावस्था तक पहुँचते हैं, तो अंतिम तापमान तथा एन्ट्रॉपी परिवर्तन की गणना कीजिए। (मान लीजिए दोनों ब्लॉकों ने विलगित तंत्र का गठन किया है)

Two blocks of a metal having same mass have same heat capacity $15\ \text{J K}^{-1}$ (presumed independent of T), but are at different temperatures 300 K and 400 K, respectively. Calculate the final temperature and entropy change, if the blocks are in thermal contact and reach equilibrium. (Assume two blocks together constitute the isolated system) 5

(d) 300 K तापमान और 1 atm दाब पर डाइनाइट्रोजन टेट्राऑक्साइड का 20 प्रतिशत नाइट्रोजन डाइऑक्साइड में वियोजित होता है। इस तापमान पर अभिक्रिया का साम्य स्थिरांक (K_p) तथा मानक मुक्त ऊर्जा में परिवर्तन की गणना कीजिए :

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$

At 300 K temperature and 1 atm pressure, dinitrogen tetraoxide is 20 percent dissociated into nitrogen dioxide. Calculate the equilibrium constant (K_p) and standard free energy change for the reaction at this temperature :

$$N_2O_4(g) \rightleftharpoons 2NO_2(g)$$ 5

(e) NH_4Cl(s) गर्म करने पर वियोजित होता है।

(i) इस लवण को जब एक बंद डिब्बे में गर्म किया जाता है, तो इसमें कितने घटक और प्रावस्थाएँ उपस्थित हैं?

(ii) अब मान लीजिए इस डिब्बे में अतिरिक्त NH_3 भी उपस्थित है। कितने घटक और प्रावस्थाएँ उपस्थित होंगी?

NH_4Cl(s) decomposes when heated.

(i) How many components and phases are present when the salt is heated in a closed container?

(ii) Now, suppose additional NH_3 is also present in the container. How many components and phases will be present? 5

(f) एक रजत छड़ (सिल्वर रॉड) को सिल्वर नाइट्रेट के विलयन में जिसकी सांद्रता $C_1(AgNO_3) = 5 \times 10^{-4}$ kmol m^{-3} तथा दूसरी सिल्वर रॉड को $C_2(AgNO_3) = 1 \times 10^{-2}$ kmol m^{-3} की सांद्रता वाले विलयन में निमज्जित किया गया है। वैद्युत-अपघट्य विलयनों को लवण सेतु के माध्यम से जोड़ा गया है। 25 °C पर विद्युत्-रासायनिक सेल के रेडॉक्स विभव के अंतर ΔE की गणना कीजिए (साम्यावस्था स्थितियों के अधीन)।

One silver rod is immersed in a silver nitrate solution of the concentration $C_1(AgNO_3) = 5 \times 10^{-4}$ kmol m^{-3} and a second silver rod in the concentration $C_2(AgNO_3) = 1 \times 10^{-2}$ kmol m^{-3}. The electrolyte solutions are connected by salt bridge. Calculate the difference ΔE of the redox potential for the electrochemical cell at 25 °C (under equilibrium conditions). 5

(g) सेल विभव को विभवमापी द्वारा शून्य-धारा स्थिति में मापना क्यों अनिवार्य है?

Why is it necessary to measure the cell potential using potentiometer under zero-current conditions? 5

(h) रोजमर्रा का अनुभव दर्शाता है कि खाना गर्मियों के गर्म दिनों में फ्रिज में रखने के बजाए अगर बाहर रख दिया जाए, तो जल्दी खराब होगा। मान लिया जाए कि खाना 8 °C तापमान की तुलना में 30 °C तापमान पर 40 गुना ज्यादा जल्दी खराब होगा, तो इन अपघटन प्रक्रमों की सक्रियण ऊर्जा का आकलन कीजिए।

Everyday experience demonstrates that food will spoil outside in a hot summer day much faster than it would be in a refrigerator. Estimate the activation energy of these decomposition processes by assuming that food will spoil about 40 times faster at a temperature of 30 °C than at a temperature of 8 °C. 5

(i) एक फूल दिन के प्रकाश में लाल होता है। रात को हरी रोशनी में इसका रंग क्या होगा? अपने उत्तर की पुष्टि कीजिए।

A flower is red in colour in daylight. What will be its colour in green light at night? Justify your answer. 5

(j) ठोस सतह पर गैस का स्वतः अधिशोषण कम तापमान पर अनुकूल होता है। क्यों, व्याख्या कीजिए।

Spontaneous adsorption of gas on solid surface favours low temperature. Explain, why. 5

2. (a) एक गैसीय प्रणाली के लिए आण्विक चाल का मैक्सवेल वितरण निम्नलिखित है :

$$dN_c = 4\pi N\left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} c^2 \, e^{-Mc^2/2RT} \, dc$$

(संकेतों के अर्थ प्रचलित हैं)

$\left(\frac{1}{N} \times \frac{dN_c}{dc}\right)$ का c के साथ आलेख बनाइए—

(i) दो अलग-अलग तापमानों T_1 तथा T_2 पर; $T_2 > T_1$;

(ii) दो ग्राम-अणुक द्रव्यमानों M_1 तथा M_2 पर; $M_2 > M_1$.

अपने आलेखों की पुष्टि कीजिए।

The Maxwell distribution of molecular speed of a gaseous system is

$$dN_c = 4\pi N\left(\frac{M}{2\pi RT}\right)^{3/2} c^2 \, e^{-Mc^2/2RT} \, dc$$

(Symbols have their usual meanings)

Plot $\left(\frac{1}{N} \times \frac{dN_c}{dc}\right)$ against c—

(i) at two different temperatures T_1 and T_2; $T_2 > T_1$;

(ii) at two molar masses M_1 and M_2; $M_2 > M_1$.

Justify your plots. 8+7=15

(b) (i) दो अमिश्रणीय तरलों A तथा B के पृष्ठ तनाव क्रमशः γ_A तथा γ_B हैं। जब दोनों तरलों को एक डिब्बे में लिया गया, तो उन दो द्रव प्रावस्थाओं के मध्य अंतरापृष्ठीय तनाव क्या होगा? (दिया गया है : $\gamma_A > \gamma_B$)

Two immiscible liquids A and B have surface tension values γ_A and γ_B, respectively. When both the liquids are taken in a container, then what would be the interfacial tension between the two liquid phases? (Given : $\gamma_A > \gamma_B$) 5

(ii) 20 °C तापमान पर एथेनॉल की गोलाकार बूँद, जिसकी त्रिज्या 220 nm है, उसकी सतह के आर-पार विभेदक दाब की गणना कीजिए। इस तापमान पर एथेनॉल का पृष्ठ तनाव 22·39 mN m^{-1} है।

Calculate the pressure differential across the surface of ethanol spherical droplet of radius 220 nm at 20 °C. The surface tension of ethanol at that temperature is 22·39 mN m^{-1}. 10

(c) (i) 25 °C पर आयोडीन की प्रति मोल ऊर्ध्वपातन की गुप्त ऊष्मा 62·3 kJ mol^{-1} है तथा HI(g) बनने की मानक एन्थैल्पी 24·7 kJ mol^{-1} है। जब 225 °C तापमान पर HI(g) गैसीय तत्त्वों से बनता है, तो एन्थैल्पी परिवर्तन की गणना कीजिए। 25 °C से 225 °C की तापमान सीमा में ग्राम-अणुक ऊष्माधारिता के औसत मान दिए गए हैं :

$$H_2(g);\ C_{p,m} = 29 \cdot 08\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$I_2(g);\ C_{p,m} = 33 \cdot 56\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$HI(g);\ C_{p,m} = 29 \cdot 87\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

At 25 °C, the latent heat of sublimation per mole of iodine is 62·3 kJ mol^{-1} and the standard enthalpy of formation of HI(g) is 24·7 kJ mol^{-1}. Calculate the enthalpy change which occurs when HI(g) is formed from the gaseous elements at 225 °C. The mean molar heat capacities over the temperature range 25 °C to 225 °C are :

$$H_2(g);\ C_{p,m} = 29 \cdot 08\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$I_2(g);\ C_{p,m} = 33 \cdot 56\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$HI(g);\ C_{p,m} = 29 \cdot 87\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$ 10

(ii) निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए 400 K तापमान पर ΔG° की गणना कीजिए :

$$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$$

मान लीजिए कि ΔS° तापमान पर निर्भर नहीं है।

(दिया गया है : $\Delta G^\circ_{298\,K} = -16 \cdot 496$ kJ mol^{-1}

$$S^\circ_{NH_3} = 192 \cdot 45\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$S^\circ_{N_2} = 191 \cdot 61\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$S^\circ_{H_2} = 130 \cdot 68\ J\ K^{-1}\ mol^{-1})$$

Calculate ΔG° at 400 K temperature for the following reaction :

$$\frac{1}{2}N_2(g) + \frac{3}{2}H_2(g) \rightarrow NH_3(g)$$

Assume that ΔS° is independent of temperature.

(Given : $\Delta G^\circ_{298\,K} = -16 \cdot 496$ kJ mol^{-1}

$$S^\circ_{NH_3} = 192 : 45\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$S^\circ_{N_2} = 191 \cdot 61\ J\ K^{-1}\ mol^{-1}$$

$$S^\circ_{H_2} = 130 \cdot 68\ J\ K^{-1}\ mol^{-1})$$ 10

3. *(a)* *(i)* एक मिश्रण प्रणाली में एक घटक के लिए रासायनिक विभव की अभिव्यक्तियों को ऊष्मागतिक के विस्तीर्ण गुणधर्मों U, H, A तथा G के संदर्भ में व्युत्पन्न कीजिए।

Derive the expressions of chemical potential of a component in a mixture system in terms of extensive thermodynamic properties U, H, A and G. 10

(ii) कैडमियम (गलनांक = 321 °C) तथा बिस्मथ (गलनांक = 271 °C) एक-दूसरे के साथ ठोस विलयन या यौगिक नहीं बनाते हैं। इनका गलनक्रांतिक बिंदु बिस्मथ के 61 भार प्रतिशत तथा 146 °C पर स्थित है। इनके प्रावस्था आरेख का रेखाचित्रण कीजिए तथा कौन-सी प्रावस्थाएँ मौजूद हैं, उनको दर्शाने के लिए प्रत्येक भाग को लेबल कीजिए। इस गलनक्रांतिक मिश्रण के शीतलन वक्रों की व्याख्या कीजिए।

Cadmium (m. pt.=321 °C) and bismuth (m. pt.=271 °C) do not form solid solutions or compounds with one another. Their eutectic point lies at 61 weight percent of bismuth and 146 °C. Sketch their phase diagram and label each region to show what phases are present. Explain the cooling curves of this eutectic mixture. 10

(iii) ऐसीटोन-ड्राई आइस का हिमकारी मिश्रण कैसे काम करता है?

How does acetone-dry ice freezing mixture work? 5

(b) 25 °C पर जलीय विलयन में $E = 5 \text{ V cm}^{-1}$ का समांगी विद्युत्-क्षेत्र बना हुआ है, जिसमें Zn^{2+} आयनों की गति $v = 2 \cdot 74 \times 10^{-5} \text{ m s}^{-1}$ है।

(i) जलयोजित Zn^{2+} आयन की त्रिज्या r के मान का आकलन कीजिए। दिए गए तापमान पर जल का श्यानता गुणांक $\eta = 0{\cdot}890$ mPa s है।

(ii) आयन के विसरण गुणांक D की गणना कीजिए।

In a homogeneous electric field $E = 5 \text{ V cm}^{-1}$, the speed v of Zn^{2+} ions in aqueous solution at 25 °C is $2 \cdot 74 \times 10^{-5} \text{ m s}^{-1}$.

(i) Estimate the radius r of the hydrated Zn^{2+} ion. The coefficient of viscosity η of water at the given temperature is $0{\cdot}890$ mPa s.

(ii) Calculate the diffusion coefficient D of the ion. 10

(c) *(i)* SI प्रणाली में 800 nm वैद्युतचुंबकीय विकिरण की प्रति आइन्सटाइन ऊर्जा की गणना कीजिए।

Calculate the energy of 800 nm electromagnetic radiation per einstein in SI system. 5

(ii) HI(g) का प्रकाश-अपघटन निम्नलिखित दिए गए तीन प्रारंभिक चरणों में होता है :

$$HI(g) + h\nu \longrightarrow H(g) + I(g)$$

$$H(g) + HI(g) \xrightarrow{k_2} H_2(g) + I(g)$$

$$I(g) + I(g) \xrightarrow{k_3} I_2(g)$$

अभिक्रिया के लिए, $-\frac{d[HI(g)]}{dt}$ की अभिव्यक्ति, क्वान्टम लब्धि (ϕ) तथा अभिक्रिया की गतिक कोटि का पता लगाइए।

The photodecomposition of HI(g) takes place following three elementary steps :

$$HI(g) + h\nu \longrightarrow H(g) + I(g)$$

$$H(g) + HI(g) \xrightarrow{k_2} H_2(g) + I(g)$$

$$I(g) + I(g) \xrightarrow{k_3} I_2(g)$$

Find the expression of $-\frac{d[HI(g)]}{dt}$, quantum yield (ϕ) and kinetic order of the reaction. 10

4. *(a)* ध्रुवणलेखिकी में बिंदुपाती पारद इलेक्ट्रोड से प्राप्त होने वाली ध्रुवणलेखीय तरंग का रेखाचित्र बनाइए तथा विवेचना कीजिए।

Draw and discuss the polarographic wave obtained in the case of a dropping mercury electrode in polarography. 10

(b) *(i)* 25 °C पर साम्यावस्था $A \rightleftharpoons B + C$ के तापमान में अचानक वृद्धि की गई, जिसके कारण B तथा C की सांद्रता थोड़ी बढ़ गई। विश्रांति काल 3·0 μs मापा गया। इस प्रणाली के लिए 25 °C पर साम्य स्थिरांक $2 \cdot 0 \times 10^{-16}$ mol dm^{-3} है और 25 °C पर B तथा C दोनों की साम्य सांद्रता $2 \cdot 0 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3} है। इस प्रणाली में शामिल वेग स्थिरांकों की गणना कीजिए।

The equilibrium $A \rightleftharpoons B + C$ at 25 °C is subjected to a sudden temperature increase that slightly increases the concentrations of B and C. The measured relaxation time is 3·0 μs. The equilibrium constant for the system is $2 \cdot 0 \times 10^{-16}$ mol dm^{-3} at 25 °C, and the equilibrium concentrations of B and C at 25 °C are both $2 \cdot 0 \times 10^{-4}$ mol dm^{-3}. Calculate the rate constants involved in the system. 15

(ii) एक पदार्थ B, एक ही समय पर उत्पादों D तथा D' में दो समांतर प्राथमिक अभिक्रियाओं $D \xleftarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} D'$ द्वारा परिवर्तित होता है। B की प्रारंभिक सांद्रता $C_{B,0} = 0 \cdot 5$ kmol m^{-3} है। 40 मिनट के बाद, B की सांद्रता कम होकर $0 \cdot 05$ kmol m^{-3} रह गई है; उसी समय उत्पाद D' तैयार होता है, जिसकी सांद्रता $C_{D'} = 0 \cdot 1$ kmol m^{-3} है। वेग गुणांक k_1 तथा k_2 का परिकलन कीजिए।

A substance B converts simultaneously to the products D and D' by two parallel elementary reactions $D \xleftarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} D'$. The initial concentration of B is $C_{B,0} = 0 \cdot 5$ kmol m^{-3}. After 40 minutes, the concentration of B has decreased to $0 \cdot 05$ kmol m^{-3}; in the same time, the product D' with a concentration $C_{D'} = 0 \cdot 1$ kmol m^{-3} is formed. Calculate the rate coefficients k_1 and k_2. 10

(c) ठोस-सतह उत्प्रेरक गैस-प्रावस्था अपघटन अभिक्रिया की गतिक कोटि, गैसीय अभिक्रियक के दाब के साथ परिवर्तित होती है। युक्तिसंगत क्रियाविधि के साथ व्याख्या कीजिए।

The kinetic order of the solid-surface catalyzed gas-phase decomposition reaction varies with the pressure of the gaseous reactant. Explain with plausible mechanism. 15

खण्ड—B / SECTION—B

5. *(a)* एक बेसबॉल (140 g), जो 40 m s^{-1} की गति से चल रही है, उसका दे ब्राग्ली तरंगदैर्घ्य क्या है? अपने निर्णय पर टिप्पणी कीजिए।

What is the de Broglie wavelength for a baseball (140 g) moving at 40 m s^{-1}? Comment on your finding. 5

(b) द्विध्रुव आघूर्णों का प्रयोग करके, *समपक्ष*- तथा *विपक्ष*-डाइक्लोरोएथिलीन में अंतर स्पष्ट कीजिए।

Distinguish between *cis*- and *trans*-dichloroethylene by using dipole moments. 5

(c) नियमनिष्ठ आवेश के साथ नाइट्रेट आयन की अनुनादी संरचनाएँ उपलब्ध कीजिए।

Provide the resonance structures with formal charges for the nitrate ion. 5

(d) सरल घन जालक, जिसके कोर की लंबाई 200 pm है, उसके दो क्रमिक 111 समतलों के बीच की सबसे कम दूरी क्या है? व्याख्या कीजिए।

What is the shortest distance between two successive 111 planes of simple cubic lattice of edge length 200 pm? Explain. 5

(e) फेरेडॉक्सिन क्या है? इसको कैसे वर्गीकृत किया जाता है?

What is ferredoxin? How is it classified? 5

(f) कीलेट प्रभाव क्या है? यह वलय के आकार से कैसे प्रभावित होता है?

What is chelate effect? How is it affected by the ring size? 5

(g) फेरोसीन को अंतर्दाबित यौगिक क्यों कहा जाता है? इसकी संरचना की व्याख्या कीजिए।

Why is ferrocene termed as a sandwich compound? Explain its structure. 5

(h) आयनन समावयवता क्या है? दिए गए जटिलों के जोड़ों में समावयवता के प्रकार का उल्लेख कीजिए :

(i) $[Cr(H_2O)_6Cl_3]$ तथा $[CrCl(H_2O)_5]Cl_2 \cdot H_2O$

(ii) $[Co(NH_3)_5SO_4]NO_3$ तथा $[Co(NH_3)_5NO_3]SO_4$

(iii) $[Pt(NH_3)_4][PtCl_6]$ तथा $[Pt(NH_3)_4Cl_2][PtCl_4]$

What is ionization isomerism? Mention the type of isomerism in the given pairs of complexes : 5

(i) $[Cr(H_2O)_6Cl_3]$ and $[CrCl(H_2O)_5]Cl_2 \cdot H_2O$

(ii) $[Co(NH_3)_5SO_4]NO_3$ and $[Co(NH_3)_5NO_3]SO_4$

(iii) $[Pt(NH_3)_4][PtCl_6]$ and $[Pt(NH_3)_4Cl_2][PtCl_4]$

(i) अकार्बनिक बेंज़ीन क्या है? इसकी व्याख्या संरचना के साथ कीजिए।

What is inorganic benzene? Explain it with structure. 5

(j) ऐक्टिनाइड आकुंचन क्या है? व्याख्या कीजिए।

What is actinide contraction? Explain. 5

6. *(a)* *(i)* VSEPR सिद्धांत के अनुसार निम्नलिखित की लुईस संरचनाओं तथा ज्यामिति का अनुमान लगाइए :

(1) SO_2, (2) I_3^-, (3) SF_4, (4) BrF_5, (5) XeF_4

Predict the Lewis structures and geometry of the following as per VSEPR theory : 10

(1) SO_2, (2) I_3^-, (3) SF_4, (4) BrF_5, (5) XeF_4

(ii) F_2 अणु के आण्विक कक्षक आरेख को बनाइए तथा इसके आबंध क्रम तथा चुंबकीय व्यवहार का उल्लेख कीजिए।

Draw the molecular orbital diagram for F_2 molecule, and mention its bond order and magnetic behaviour. 10

(b) *(i)* $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ का इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम फीका गुलाबी, लेकिन $[CoCl_4]^{2-}$ का स्पेक्ट्रम गहरा नीला क्यों है? व्याख्या कीजिए।

Why is the electronic spectrum of $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ pale pink, whereas the spectrum of $[CoCl_4]^{2-}$ is deep blue? Explain. 10

(ii) EAN नियम क्या है? निम्नलिखित के EAN मान की गणना कीजिए :

(1) $[Cr(CO)_6]$ (2) $[Fe(CN)_6]^{4-}$

(3) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ (4) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$

What is EAN rule? Calculate the EAN value of the following : 10

(1) $[Cr(CO)_6]$ (2) $[Fe(CN)_6]^{4-}$

(3) $[Co(NH_3)_6]^{3+}$ (4) $[Ni(NH_3)_6]^{2+}$

(c) $[Re_2Cl_8]^{2-}$ आयन के आबंध क्रम तथा चतुर्गुण आबंधन का वर्णन कीजिए।

Describe the bond order and quadruple bonding in $[Re_2Cl_8]^{2-}$ ion. 10

7. *(a)* *(i)* प्रदर्शित कीजिए कि $\psi(x) = e^{\alpha x}$, ऑपरेटर $\hat{A} = \frac{d^n}{dx^n}$ का आइगेन फलन है। आइगेन मान क्या है?

Show that $\psi(x) = e^{\alpha x}$ is an eigenfunction for the operator $\hat{A} = \frac{d^n}{dx^n}$. What is the eigenvalue? 5

(ii) एक बॉक्स जिसकी लंबाई L है, उसके अंदर स्थितिज ऊर्जा शून्य है, लेकिन उसके बाहर स्थितिज ऊर्जा अनंत है, ऐसे बॉक्स में एक मुक्त कण (जिसका भार m है) के लिए समय-निरपेक्ष श्रोडिंगर समीकरण

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2mE}{\hbar^2}\psi(x) = 0;\ 0 \le x \le L$$

है। ऊपरलिखित समीकरण का समाधान $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$ है; जहाँ $n = 1, 2, 3, \ldots$ है। $n = 0$ अनुमत क्यों नहीं है? व्याख्या कीजिए।

The time-independent Schrödinger equation for a free particle (of mass m) in a box of length L (inside the box potential energy is zero, but outside the box is infinity) is

$$\frac{d^2\psi}{dx^2} + \frac{2mE}{\hbar^2}\psi(x) = 0;\ 0 \le x \le L$$

The solution of the above equation is $\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right)$; where $n = 1, 2, 3, \ldots$. Why is $n = 0$ not allowed? Explain. 5

(b) *(i)* अगर हम एक परमाणु के भीतर इलेक्ट्रॉन को $\Delta p_x \times \Delta x \ge h$ के प्रयोग से अवस्थित करना चाहते हैं ताकि $\Delta x \approx 50$ pm हो, तो संवेग तथा गति में न्यूनतम अनिश्चितता का पता लगाइए। अपने दो निष्कर्षों पर टिप्पणी कीजिए।

Find the minimum uncertainty in momentum and speed if we wish to locate an electron within an atom so that $\Delta x \approx 50$ pm, using $\Delta p_x \times \Delta x \ge h$. Comment on your two findings. 10

(ii) $2p_z$ कक्षक के लिए n, l तथा m_l के मान क्या हैं? व्याख्या कीजिए।

What are the n, l and m_l values of $2p_z$ orbital? Explain. 5

(c) *(i)* तीन जालक संरचनाओं SC, BCC तथा FCC में से कौन-सी संरचना सबसे अधिक और कौन-सी संरचना सबसे कम किफायती संकुलित है? प्रत्येक जालक संरचना में संकुलन अनुपात की गणना करते हुए अपना उत्तर दीजिए।

Out of three lattice structures SC, BCC and FCC, which one is most economically packed and which one least? Give your answer, calculating packing fraction of each lattice structure. 20

(ii) क्रिस्टलीय ठोस में ब्रैग एक्स-किरण विवर्तन के अध्ययन हेतु रचनात्मक व्यतिकरण के लिए ब्रैग की क्या शर्त है? व्याख्या कीजिए।

For Bragg X-ray diffraction studies of crystalline solid, what is the Bragg condition for constructive interference? Explain. 5

8. (a) हीमोग्लोबिन के T तथा R समरूपों में अंतर स्पष्ट कीजिए।

Differentiate between T and R conformation of hemoglobin. 10

(b) (i) डाइबोरेन में संरचना तथा आबंधन का वर्णन कीजिए।

Describe the structure and bonding in diborane. 10

(ii) सिलिकेटों को कैसे वर्गीकृत किया जाता है? निम्नलिखित सिलिकेटों के नाम तथा संरचनाओं का अनुमान लगाइए :

(1) SiO_4^{4-} आयन, (2) $Si_2O_7^{6-}$ आयन, (3) $Si_3O_9^{6-}$ आयन

How are silicates classified? Predict the names and structures of the following silicates : 10

(1) SiO_4^{4-} ion, (2) $Si_2O_7^{6-}$ ion, (3) $Si_3O_9^{6-}$ ion

(c) (i) 300 K पर Eu^{3+} तथा Sm^{3+}, लैन्थेनाइड के चुंबकीय आघूर्ण के चलन को अनुसरित क्यों नहीं करते हैं? व्याख्या कीजिए।

Why do Eu^{3+} and Sm^{3+} not follow the trend of magnetic moment of lanthanides at 300 K? Explain. 5

(ii) Eu तथा Yb को छोड़कर La से Lu तक की धात्विक त्रिज्या क्यों कम होती जाती है?

Why do the metallic radii decrease from La to Lu except at Eu and Yb? 3+2=5

(iii) लैन्थेनाइड को जटिल निर्माण विधि द्वारा कैसे अलग किया जाता है? विवरण दीजिए।

How are lanthanides separated by a complex formation method? Give description. 5

(iv) Ce^{3+} तथा Yb^{3+} दृश्य प्रकाश क्षेत्र में अवशोषित क्यों नहीं होते हैं, जबकि पराबैंगनी क्षेत्र में तीव्र अवशोषण दर्शाते हैं?

Why do Ce^{3+} and Yb^{3+} not absorb in the visible region, but show sharp absorption in the ultraviolet region? 5

★★★