समय : तीन घंटे

प्रश्न-पत्र सम्बन्धी विशेष अनुदेश
(कृपया प्रश्नों के उत्तर देने से पूर्व निम्नलिखित प्रश्न-पत्र को ध्यानपूर्वक पढ़ें)

दो खंडों में कुल आठ प्रश्न दिए गए हैं जो हिन्दी एवं अंग्रेजी दोनों में छह हैं।
उम्मीद भी को कुल पाँच प्रश्नों के उत्तर देने हैं।
प्रश्न संख्या 1 और 5 अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खंड से कम-से-कम एक प्रश्न चुनकर तीन प्रश्नों के उत्तर दिए जाएं।
प्रश्नों के उत्तर उसी प्रश्न-पत्र में ही दिए जाने चाहिए, जिसका उद्देश्य आपके प्रक्षेपण-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उद्देश्य प्रश्न-पत्र-उत्तर (स्कूल सीए) पुस्तिका के पुस्तकपुल पर अक्सर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्रश्न-पत्र के अंतिम अंक की माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेगी।
जो आवश्यक हो, निर्देशांक आंकें जो प्रश्न का उत्तर देने के लिए दिए गए स्थान में ही बनाएं।
उपयोगी स्थिरांक तथा समाकलन पूर्व संख्या 15 में दिए गए हैं।
जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा साधारण नामक अंकों में प्रयुक्त हैं।
यदि आवश्यक हो, तो उपयुक्त उक्तियों का चयन कीजिए तथा उनको निर्दिष्ट कीजिए।
प्रश्नों के उत्तरों की रचना भी निर्दिष्ट स्थान में जाएँ। अंतिम रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएँ यदि उसे काटा न गया हो। प्रश्न-पत्र-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गए कोई अभ्यास पृष्ठ के भाग को पूर्णतः काट दिएं।

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 medium other than the authorized one.
Coordinate diagrams, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.
Useful constants and integrals are given in Page No. 15.
Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry 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.
(a) \[ \psi(x) = \frac{\sqrt{2}}{L} \sin \frac{n \pi x}{L} \quad n = 1, 2, 3, \ldots \]

where \( n \) is a quantum number and \( 0 \leq x < L \) is the distance along the length of the box. Find expectation values of the momentum \( \hat{p} = \frac{\hbar}{i} \frac{d}{dx} \) and square of the momentum \( \hat{p}^2 = -\hbar^2 \frac{d^2}{dx^2} \) for the \( n = 1 \) state of the particle in the box.

Interpret your answer.

(b) वास्तविक गैसों के लिए बांध वाल्स समीकरण नीचे दशाया गया है:

\[ P_{\text{obs}} = \frac{nRT}{V - nb} - a \left( \frac{n}{V} \right)^2 \]

जहाँ \( P_{\text{obs}} \) पुष्टि-दाब दाब है, \( V \) आयतन है, \( n \) मोल-संख्या है, \( R \) गैस स्थिरांक है और \( T \) ताप है। \( a \) और \( b \) गैस के अभिलक्षणिक स्थिरांक हैं।

(i) क्या एक आदर्श गैस के लिए पुष्टि-दाब की तुलना में \( P_{\text{obs}} \) अधिक या कम है? उत्तर का कारण बताते हुए कुछ वाल्स लिखिए।

(ii) \( F_2 \) (g), \( Cl_2 \) (g) और \( Br_2 \) (g) हैलोजन हो ध्यान में रखिए।

1. \( a \) के बढ़ते क्रमांक में इन्हें व्यवस्थित कीजिए और अपने क्रमांक को न्यायसंगत कीजिए।
2. \( b \) के बढ़ते क्रमांक में इन्हें व्यवस्थित कीजिए और अपने क्रमांक को न्यायसंगत कीजिए।

The van der Waals equation for real gases is given by

\[ P_{\text{obs}} = \frac{nRT}{V - nb} - a \left( \frac{n}{V} \right)^2 \]

where \( P_{\text{obs}} \) is the observed pressure, \( V \) is the volume, \( n \) is the number of moles, \( R \) is the gas constant and \( T \) is the temperature. \( a \) and \( b \) are constants characteristic of a gas.

(i) Is \( P_{\text{obs}} \) greater or less than the pressure expected for an ideal gas? Write a few sentences outlining the reason(s) for your answer.
(c) 100 °C ताप पर जल के लिए बाध्न की मानक एनॉर्मल, $\Delta H^\circ$, लगभग 30.0 kJ mol$^{-1}$ है तथा 100 °C ताप में और 1 atm दबाव पर 1 मोल तत्त्व जल वापसीकृत हो रहा है।

(i) $w$ का परिकल्पन कीजिए।

(ii) $\Delta u$ का परिकल्पन कीजिए।

(iii) इन परिस्थितियों में क्या परिवेश या तंत्र का एनॉर्मल परिकल्पन प्रक्रिया की गति प्रदान करेगा? कारण सहित उत्तर दीजिए।

The standard enthalpy of vapourization, $\Delta H^\circ$, for water at 100 °C is around 30.0 kJ mol$^{-1}$ and 1 mol of liquid water is undergoing vapourization at 100 °C and 1 atm pressure.

(i) Calculate $w$.

(ii) Calculate $\Delta u$.

(iii) Under these conditions does the entropy change of the system or the surroundings drive the process? State reasons for your answer.

(d) बुक्समिन्स्टरफुल्लरेन (C$_{60}$) के अनु, C$_{60}$ अनुओं के एक मुख-केंद्रित घनीय एक० कोडिका के रूप में, क्रिस्टलिट होते हैं।

(i) बुक्समिन्स्टरफुल्लरेन की एक० कोडिका में बुक्समिन्स्टरफुल्लरेन के कितने अनु होते हैं?

(ii) एक० कोडिका में कार्बन के कितने पर्माणु होते हैं?

(iii) एक० कोडिका में कार्बन पर्माणुओं का प्रत्ययां क्या होता है?

(iv) बुक्समिन्स्टरफुल्लरेन के एक अनु की विस्थापन 502 pm दर है। बुक्समिन्स्टरफुल्लरेन के प्रत्यय का kg m$^{-3}$ में परिकल्पन कीजिए।

Buckminsterfullerene (C$_{60}$) molecules crystallize to form a face-centred cubic unit cell of C$_{60}$ molecules.

(i) How many buckminsterfullerene molecules are there in the unit cell of buckminsterfullerene?

(ii) How many carbon atoms are there in the unit cell?

(iii) What is the mass of carbon atoms in the unit cell?

(iv) Given that the radius of a buckminsterfullerene molecule is 502 pm. Calculate the density of buckminsterfullerene in kg m$^{-3}$. $2+2+2+4$
(e) CO अणु के लिए आभिक कक्ष (MO) रेखाचित्र की रचना कीजिए। रेखाचित्र के आधार पर बताएं कि क्या पारम छत्रों में अवस्था M—C प्रकार का है या कि M—O प्रकार का। अपनी तर्कना को स्पष्ट कीजिए। आप 1s इलेक्ट्रॉनों को नज़रअंदाज जाकर सकते हैं।

Construct the MO diagram for the CO molecule. On the basis of the diagram, state whether the bonding in metal carbynols is of the type M—C or M—O. Explain your reasoning. You may ignore the 1s electrons.

2. (a) एक-इलेक्ट्रॉन परमाणुओं के लिए बॉर मॉडल पूर्णनुमांकन लगाता है कि अनुमान कक्षाओं की ऊंचाई निम्न समीकरण के द्वारा दी जा सकती है:

\[ E_n = -2 \cdot 18 \times 10^{-18} \frac{Z^2}{n^2} \text{ joule} \]

जहाँ \( n = 1, 2, 3, \ldots, \infty \) तथा \( Z \) नाभिकीय आवेश है।

(i) वायु रौशनी, हाइड्रोजन परमाणु में किन ऊंचाई स्तरों के बीच संक्रमण के बाबत है? ब्यास पश्चिम रौशनी, बाम रौशनी की तुलना में उच्च या कम तरंगदैर्ध्य पर दिखेगी?

(ii) एक इलेक्ट्रॉन को हाइड्रोजन परमाणु की \( n = 2 \) अवस्था में आयनित करने के लिए आवश्यक न्यूक्लियल ऊर्जा (J में) का परिकल्पना कीजिए।

(iii) एक-इलेक्ट्रॉन आवेश, \( \text{Li}^{2+} \), के \( n = 3 \) से \( n = 1 \) स्तर में पार्यामन में एक इलेक्ट्रॉन द्वारा उत्सर्जित फोटोन के तरंगदैर्थ्य (nm में) का परिकल्पना कीजिए।

(iv) क्षण फोटोन की ऊंचाई \( \text{Be}^{3+} \) के \( n = 3 \) से \( n = 1 \) स्तर में पार्यामन की अवेश उच्चतर या निम्नतर होगी? अपने उत्तर को स्पष्ट कीजिए।

The Bohr model for single-electron atoms predicts that the energies of the allowed orbits are given by

\[ E_n = -2 \cdot 18 \times 10^{-18} \frac{Z^2}{n^2} \text{ joule} \]

where \( n = 1, 2, 3, \ldots, \infty \) and \( Z \) is the nuclear charge.

(i) The Balmer series corresponds to transitions between which energy levels in the hydrogen atom? Does the Paschen series appear at higher or lower wavelengths than the Balmer series?

(ii) Calculate the minimum energy (in J) required to ionize an electron in the \( n = 2 \) state of a hydrogen atom.

(iii) Calculate the wavelength (in nm) of the photon emitted by an electron in making the transition from the \( n = 3 \) to \( n = 1 \) level of the single-electron ion, \( \text{Li}^{2+} \).

(iv) Is the photon higher in energy or lower in energy than the transition from \( n = 3 \) to \( n = 1 \) in \( \text{Be}^{3+} \)? Explain your answer.

(b) इलेक्ट्रॉन गतिविधि आभिक मॉडल के संबंध में स्पष्ट कीजिए कि क्यों—

(i) एक धुंधले बर्तन में इलेक्ट्रॉन नहीं हो सकता, बल्कि ताप क्रमर्क से नीचे हो।

(ii) विद्युत बर्तन में लगातार उगम प्रदान की जाए, तो तीव्र ताप, क्षण इलेक्ट्रॉन के साथ हमें कोई परिवर्तन नहीं होता है।
In terms of the kinetic molecular model of matter, explain why—

(i) a liquid in an open container will eventually vaporize even if the temperature is below the boiling point;

(ii) the temperature of a pure, boiling liquid substance does not change even though heat is continually flowing into the container.

(c) 0.1 mm वास की एक तेलियाँ जो कोई ब्लाल किता ऊपर चढ़ना, यदि ब्लाल का घनत्व 1.3 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} तथा पुष्करंग तनाव 0.065 N m^{-1} हो? मान लीजिए \( \theta = 0 \).

How high will a liquid rise in a capillary tube of 0.1 mm diameter, if its density is 1.3 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3} and surface tension 0.065 N m^{-1}? Assume \( \theta = 0 \).

(d) कॉपर धातु की एक मुख-केंद्रित घनीय एकक कोष्ठिका है। कॉपर की स्वाभाविक धातक त्रिज्या का मान 0.128 nm है। कॉपर के घनत्व का परिकलन कीजिए (कॉपर का प्रामाण्य भार = 63.5).

Copper metal has an f.c.c. unit cell. The accepted value for the metallic radius of copper is 0.128 nm. Calculate the density of copper (at. wt. of Cu = 63.5).

3. (a) एक बम कैलोरिमीटर की मापित उष्णता 6.27 kJ/°C है। कैलोरिमीटर (प्रामाण्य भार = 24.3 g mol^{-1}) के 1.84 g के ब्लाल में ताप 21.30 °C से 25.56 °C तक परिवर्तित हो जाता है।

जल की विद्युत उष्णता 4.18 J/°C/g है।

(i) Mg के प्रति गोले के लिए आंशिक उष्णता में परिवर्तन (\( \Delta u \)) का सिद्धांत अभिक्रिया के लिए आंशिक रीति सूत्र:

\[
\text{Mg (s) + } \frac{1}{2} \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{MgO (s)}
\]

(ii) यदि अभिक्रिया को 25 °C पर, बायुमंडल के खुले दाब पर, चलाया जाए, तो Mg के प्रति गोल पर अभिक्रिया का एक्सेल्यु परिवर्तन (\( \Delta H \)) क्या होगा?

A bomb calorimeter has a measured heat capacity of 6.27 kJ/°C. The combustion of 1.84 g of magnesium (at. wt. = 24.3 g mol^{-1}) leads to a temperature change from 21.30 °C to 25.56 °C. The specific heat of water is 4.18 J/°C/g.

(i) Calculate the change in internal energy (\( \Delta u \)) per mole of Mg for the reaction

\[
\text{Mg (s) + } \frac{1}{2} \text{O}_2 (g) \rightarrow \text{MgO (s)}
\]

(ii) If the reaction were carried out open to the atmosphere at 25 °C, what would be the enthalpy change (\( \Delta H \)) of the reaction per mole of Mg?

(b) उच्चतम रेफ्रीश एक महानाशीय पर, प्यूमेटर को मैलेट में बदलता है:

\[
\text{प्यूमेटर (aq) } \rightarrow \text{मैलेट (aq)}
\]

25 °C पर अभिक्रिया के लिए सम्पूर्णमत्व स्थिरांक का मान \( K = a_m / a_f = 4 \) है, जहाँ \( a_f \) प्यूमेटर की सक्रियता है तथा \( a_m \) मैलेट की सक्रियता है।

(i) उपयुक्त अभिक्रिया के लिए यांत्रिक विश्व उष्णता परिवर्तन, \( \Delta G^o \), का परिकलन कीजिए.
(iii) In the presence of substrate, the reaction is given by
\[ \text{Fumarate (aq)} \rightarrow \text{Malate (aq)} \]
At 25°C, the equilibrium constant for the reaction, \( K = \frac{a_m}{a_f} = 4 \), where \( a_f \) is the activity of fumarate and \( a_m \) is the activity of malate.
(i) Calculate the standard Gibbs energy change, \( \Delta G^\circ \), for the above reaction.
(ii) Calculate the reaction Gibbs energy, \( \Delta G_r \), when at some time during the course of the reaction, the reaction quotient, \( Q \), is 0.01.
(iii) What is the difference in chemical potential between the two species when \( Q = 0.01 \)?

(c) बेन्जीन तथा टोलूइंह लगभग आपसी विलयन बनाते हैं। 80°C पर शुद्ध बेन्जीन (अनु भार = 78.1) का वाप्स-वाप्स 753 torr है तथा शुद्ध टोलूइंह (अनु भार = 92.1) का वाप्स-वाप्स 290 torr है। निम्नलिखित प्रश्न बेन्जीन तथा टोलूइंह के विलयन के विलयन से संबंधित हैं:
(i) वाप्स में प्रवेश के पश्चात का अधिकार वाप्स का परिकल्पना कीजिए, जो कि अपयुक्त विलयन के साथ 80°C पर समायोजन में है।
(ii) यह विलयन 80°C ताप पर किस वायुमणद्वीप वाप्स पर उबरेगा?
(iii) मान लीजिए कि इस विलयन से कूल वाप्स संचित किया जाता है तथा संपूर्णता किया जाता है। परिणामी प्रव ने संयोग का समय कहा होगा?

Benzene and toluene form a nearly ideal solution. At 80°C, the vapour pressure of pure benzene (MW = 78.1) is 753 torr and that of pure toluene (MW = 92.1) is 290 torr. The following questions refer to a solution containing equal masses of benzene and toluene:
(i) Calculate the partial pressure of each substance in the vapour that would be in equilibrium with the above solution at 80°C.
(ii) At what atmospheric pressure will the solution boil at 80°C?
(iii) Suppose that some of the vapour from the solution is collected and condensed. What will be the composition of the resulting liquid?

(d) ताप के साथ गैसों की व्यापकता बढ़ती है, परंतु ताप के साथ ध्रूव की स्थानता घटती है। स्पष्ट कीजिए।

The viscosity of gases increases with temperature, but the viscosity of liquids decreases with temperature. Explain.

4. (a) BF अनु CO के साथ समहलनहोगी है।
(i) BF अनु के लिए आवश्यक कठा (MO) रखती है। कीजिए। BF में स्था अनुमान किए जा सकते हैं, जो इस अनु के लिए MO निम्नलिखित को CO की अपेक्षा कैसी ज्यादा सीधा बना देता है?
Construct an MO diagram for the BF molecule. What assumptions can be made in BF which make the MO construction for this molecule much more straightforward than for CO?

Discuss the similarities and differences in the electronic structures of BF and CO in terms of $\sigma$ and $\pi$ bonding and non-bonding orbitals. What possible Lewis structures can be drawn for BF and CO, and which of these is most reasonable for each species based on your diagram?

Sodium lauryl sulphate can decrease the surface tension of water, but sodium chloride increases the surface tension. Explain.

On gradual increase of surfactant from zero concentration to a higher value, there is a sharp change in surface tension after some value. What is the reason for this?

(c) एक शुद्ध पदार्थ का फेफड़ रेखाचित्र नीचे दर्शाया गया है। रेखाचित्र का उपयोग करते हुए निम्नलिखित प्रश्नों के उत्तर दीजिए:

(i) बिन्दु $V$ क्या निर्देशित करता है? केवल बिन्दु $V$ पर तंत्र के विशिष्ट अभिलक्षण क्या है?
(ii) बिन्दु $V$ तथा $W$ के बीच में, प्रत्येक बिन्दु क्या निर्देशित करता है?
(iii) $1.0 \text{ atm}$ दबाव पर, जब ताप $X$ से $Y$ तक फिर $Y$ से $Z$ तक धीरे-धीरे बढ़ता है तब तंत्र में क्या परिवर्तन होते हैं?
(iv) पदार्थ के ठोस-श्रवित्र मिश्रण में क्या ठोस तैरेगा या किसे ढुंग आएगा? स्पष्ट कीजिए.
The phase diagram for a pure substance is shown below. Use the diagram to answer the following questions:

(i) What does the point V represent? What characteristics are specific to the system only at point V?

(ii) What does each point on the curve between V and W represent?

(iii) Describe the changes that the system undergoes as the temperature slowly increases from X to Y to Z at 1-atm.

(iv) In a solid-liquid mixture of the substance will the solid float or sink? Explain.

5+5+5+5

खण्ड—B / SECTION—B

5. (a) रेखाचित्रों की सहायता से चर्चा कीजिए—

(i) क्या कारण है कि मैथुनियम का एक खण्ड, संश्लेष (कोरोजन) की कम करने के लिए, पाइपलाइन के साथ संलग्न किया जाता है?

(ii) गतिविधियों से आप क्या समझते हैं और यह किस प्रकार होता है?

Discuss, with the aid of diagrams—

(i) why a block of magnesium is attached to a pipeline to reduce corrosion;

(ii) what is meant by pitting corrosion and how it occurs.

(b) ज्ञान कीजिए कि क्यों—

(i) \([Fe(H_2O)_6]^{3+}\) आवश्यक रूप से रंगीन है, जबकि \([Fe(CN)_6]^{3-}\) आवश्यक रंगीन है?

(ii) कार्बनिलेट क्रांतपेक्षा के उदाहरण, धातु कार्बनिल घनाक्ष के उदाहरणों से कहीं ज्यादा है?

Explain why—

(i) \([Fe(H_2O)_6]^{3+}\) is essentially colourless, while \([Fe(CN)_6]^{3-}\) is highly coloured;

(ii) examples of carbonylate anions are more than those of metal carbonyl cations.

(c) क्या कारण है कि प्राथमिक क्रांत में अंतर होते हुए भी लैंडमाउंट आयतनों के रासायनिक गुणधर्म समान होते हैं और अलग-अलग अवस्था में उनका जीवनकाल संबंधित धातु आयतनों की अपेक्षा अधिक होता है?

Why do lanthanoid ions have similar chemical properties even with variation of atomic number and have higher lifetime in excited states than transition metal ions?
(d) (i) Why is Ca\(^{2+}\) more suitable than Mg\(^{2+}\) for fast signalling process in cells?

(ii) Why do metals play a role in the decomposition of water to oxygen during photosynthesis by plants, and what is the nature of this ionic cluster and its ionic state?

(e) In an experiment to measure the quantum efficiency of a photochemical reaction, the absorbing substance was exposed to 490 nm light from a 100 W source for 45 minutes. The intensity of the transmitted light was 40% of the intensity of the incident light. As a result of irradiation, 0.344 mol of the absorbing substance decomposed. Find the quantum efficiency.

6. (a) Photodimerization of a monomer \(M\) in the presence of a photoinitiator occurs by a chain polymerization process in three steps:

- Photoinitiation: \(\text{Rate} = I_{\text{abs}}\)
- Propagation: \(\text{Rate} = k_p [M][M^*]\)
- Termination: \(\text{Rate} = k_t [M^*]\)

where \(k_p\) and \(k_t\) are the rate constants for the propagation and termination steps, involving the propagating chain radical \(M^*\) and \(I_{\text{abs}}\) is the intensity of absorbed light. Show that the rate of photopolymerization (i.e., the rate of loss of monomer) is proportional to the square root of the light intensity.
(b) एक पृष्ठभूमिक का अधिकृतक, जो जल में कॉलॉइडल ZrO₂ में निविदित है, लंबगम्बू समताप तक का अनुसरण करता है। परिणाम नीचे दर्शाए गए हैं:

![Graph showing adsorption of surfactant on colloidal ZrO₂](image)

दिया गया है कि प्रयोग में ZrO₂ कोलॉइड का 10 g उपयोग किया गया तथा पृष्ठभूमिक के एक अनुरा द्रौप-सेनासन क्षेत्रफल 0.25 nm²/अनुरा है। ZrO₂ के पृष्ठ क्षेत्रफल का परिकल्पन m²g⁻¹ इकाई में कीजिए।

The adsorption of a surfactant on colloidal ZrO₂ suspended in water followed a Langmuir isotherm with the results shown below:

![Graph showing Langmuir isotherm](image)

Given that 10 g of ZrO₂ colloid was used in the experiment and that the cross-sectional area of a single surfactant molecule is 0.25 nm²/molecule. Calculate the surface area of the ZrO₂ in units of m²g⁻¹.

(c) क्लोरिन ट्रॉप्स्ट्रोपाइड, CIF₃, डार्ना सतीक्रियक क्रियालील शैली में से एक है। यह एक अक्सर जल में
Cl₂ तथा F₂ को ताप प्रदान कर बनाया जा सकता है।

(i) CIF₃ की हल्कीपन-विन्दु संरचना क्या हैं?
(ii) CIF₃ के लिए हल्कीपन-विन्दु की ज्यामिति क्या है?
(iii) यह जानते हुए कि अनुरा ह्रास है, आप आक्षेपित ज्यामिति के बारे में क्या निष्कर्ष निकाल सकते हैं?
(iv) मैसेम CIF₃ की उपस्थि (विरचन) की मानक एक्स्प्लॉन का परिकल्पन कीजिए। निम्नलिखित आवश्यक ऊर्जाएँ दी गई हैं:

[Notes and calculations related to CIF₃ and its properties]
F—F : 159 kJ mol⁻¹
Cl—Cl : 243 kJ mol⁻¹
Cl—F : 255 kJ mol⁻¹

Chlorine trifluoride, ClF₃, is one of the most reactive compounds known. It can be made by heating Cl₂ and F₂ in a closed container.

(i) Draw the electron-dot structure of ClF₃.

(ii) What is the electron-pair geometry for ClF₃?

(iii) Knowing that the molecule is polar, what can you conclude about the molecular geometry?

(iv) Calculate the standard enthalpy of formation of gaseous ClF₃, given the following bond energies:

\[
\begin{align*}
    \text{F—F} & : 159 \text{ kJ mol}^{-1} \\
    \text{Cl—Cl} & : 243 \text{ kJ mol}^{-1} \\
    \text{Cl—F} & : 255 \text{ kJ mol}^{-1}
\end{align*}
\]

7. (a) गैलवानि सेल

\[\text{Zn (s)} | \text{Zn(NO}_3\text{)}_2 \text{(aq)} (0.5 \text{ M}) || \text{Cu(NO}_3\text{)}_2 \text{(aq)} (1.0 \text{ M}) | \text{Cu (s)}\]

के लिए 25 °C पर, मानक अपचय विभव कीमतिकता है:

\[E^*_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0.76 \text{ V} \text{ तथा } E^*_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0.34 \text{ V}\]

(i) इलेक्ट्रॉन प्रवाह की दर्रत के अनुसार लिखित सेल की दो स्तर: अर्ध-सेल अभिक्रियाएँ लिखिए।

(ii) दो गई साधनों के आधार पर इस सेल की e.m.f. का परिकल्पना कीमतिकता है। अपने परिकल्पनाओं में इस तथ्य का उपयोग कीमतिकता कि Zn²⁺ तथा Cu²⁺ आयनों के मध्य संक्रियता गुणांक (r₁) दो गई शर्तें के अन्तरगत क्रमशः 0.3 तथा 0.2 हैं।

For the galvanic cell

\[\text{Zn (s)} | \text{Zn(NO}_3\text{)}_2 \text{(aq)} (0.5 \text{ M}) || \text{Cu(NO}_3\text{)}_2 \text{(aq)} (1.0 \text{ M}) | \text{Cu (s)}\]

the standard reduction potentials at 25 °C are the following:

\[E^*_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}} = -0.76 \text{ V} \text{ तथा } E^*_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}} = 0.34 \text{ V}\]
(i) Write down the two spontaneous half-cell reactions based on the convention for electron flow for the cell as written.

(ii) Calculate the e.m.f. of this cell based on the concentrations given. In your calculations, use the fact that the mean activity coefficients \( f_{z} \) for \( Zn^{2+} \) and \( Cu^{2+} \) ions under the conditions given are 0.3 and 0.2, respectively.

(b) \( \text{उच्च pH पर जल में बाइकार्बोनेट आयनों का जल-अण्यन} \)

\[
\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}
\]

सिस्टम का अनुसार करता है: 

\[
\text{दर} = k [\text{HCO}_3^-]
\]

जहाँ \( k = 0.01 \text{ s}^{-1} \), 25 \( ^\circ \text{C} \) पर।

(i) अभिक्रिया का समता क्रम क्या है?

(ii) \( \text{यदि} \text{HCO}_3^- \text{ की प्रारंभिक समांतरा,} [\text{HCO}_3^-]_0 = 0.001 \text{ M} \) है, तो \( \text{HCO}_3^- \) की अर्ध-आयु क्या है?

(iii) क्या इस अभिक्रिया में हाइड्रोक्साइड आयन एक उद्देश्यक है? दो पक्षीयों में स्पष्ट कीजिये।

(iv) अभिक्रिया समीकरण लिखिए तथा समीकरण में प्रत्येक पद की परिभाषा दीजिए। प्रत्येक पद का भौतिकी (प्रकृति) बंधन कैसे है?

(v) \( \text{यदि} \text{अभिक्रिया की सक्रिय ऊर्जा} 10.0 \text{ kJ mol}^{-1} \) हो, तो 350 \( ^\circ \text{K} \) पर उपयुक्त समीकरण का दर स्थिरांक क्या होगा?

(vi) जल-अण्यन अभिक्रिया ऊर्जाक्षेपी है। अभिक्रिया से उत्पन्न की ओर जाते हुए एक बकर यह दर्शाता हुए खींचिए कि तत्त्व की ऊर्जा कितना प्रकार पारिवर्तित हो रही है। अगर और पश्च सक्रियण पदों के लिए सक्रियण ऊर्जा को विशिष्ट कीजिए तथा अभिक्रिया की ऊर्जा में समय परिवर्तन दर्शाएं।

The hydrolysis of bicarbonate ions in water at a high pH

\[
\text{HCO}_3^- + \text{OH}^- \rightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}
\]

follows the rate law

\[
\text{Rate} = k [\text{HCO}_3^-]
\]

where \( k = 0.01 \text{ s}^{-1} \) at 25 \( ^\circ \text{C} \).

(i) What is the overall order of the reaction?

(ii) What is the half-life of \( \text{HCO}_3^- \), if the initial concentration of \( \text{HCO}_3^- \), \( [\text{HCO}_3^-]_0 = 0.001 \text{ M} \)?

(iii) Is hydroxide ion a catalyst in this reaction? Explain in two lines.

(iv) Write down the Arrhenius equation and define each of the terms in this equation. What each term physically relates to?
(v) What is the rate constant of the above equation at 350 K, if the activation energy of the reaction is \(10.0 \text{ kJ mol}^{-1}\)?

(vi) The hydrolysis reaction is exothermic. Draw a curve of the reaction showing how the energy of the system changes in going from reactants to products. Mark in the activation energy for the forward and back activation steps, and show the overall change in energy of the reaction.

\[\text{NH}_3, \text{NF}_3 \text{ and } \text{NCl}_3\]

Arrange the following ligands in order of increasing \(\Delta\) and justify your arrangement:

\[\text{NH}_3, \text{NF}_3 \text{ and } \text{NCl}_3\]

(ii) संकुल \([\text{Mn(CN)}_6]^{4-}\), \([\text{Mn(H}_2\text{O)}_6]^{2+}\) की अपेक्षा कम अनुक्रमकीय है। स्पष्ट कीजिए।

The complex \([\text{Mn(CN)}_6]^{4-}\) is less paramagnetic than \([\text{Mn(H}_2\text{O)}_6]^{2+}\). Explain.

8. (a) निम्नलिखित प्रश्नों के लिए कारण बताएँ:

(i) व्याख्या \(\text{NH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2\) के तीन क्षारीय स्थल हैं, यहू एक द्विविंती लिगेंड की तरह प्रकार्य करती है, जब लिगेंड की मात्रा अधिक होती है।

(ii) कॉपर(II) आयोडाइड एक स्थायी स्पष्टीक है, जबकि कॉपर(II) आयोडाइड का अस्तित्व ही नहीं है।

Account for the following observations:

(i) Although \(\text{NH}_2-\text{CH}-\text{CH}_2-\text{NH}_2\) has three basic sites, it functions as a bidentate ligand when the ligand is in excess.

(ii) Copper(I) iodide is a stable species, while copper(II) iodide does not exist.

(b) निम्नलिखित संकुल अभिखिन्य

\[\text{[Ni(en)]}_2[\text{H}_2\text{O)}_2]^{2+} (aq) + \text{tren} (aq) \rightarrow \text{[Ni(tren)][H}_2\text{O)}_2]^{2+} (aq) + 2\text{en} (aq)\]

(A)

के लिए \(\log \beta\) का मान 1.88 है। \(A\) की संरचना देते हुए मान को स्पष्ट कीजिए।

[tren = N(CH_2CH_2NH_2)_3]

For the complex reaction

\[\text{[Ni(en)]}_2[\text{H}_2\text{O)}_2]^{2+} (aq) + \text{tren} (aq) \rightarrow \text{[Ni(tren)][H}_2\text{O)}_2]^{2+} (aq) + 2\text{en} (aq)\]

(A)

the \(\log \beta\) value is 1.88. Explain the value, giving the structure of \(A\).

[tren = N(CH_2CH_2NH_2)_3]
(c) (i) NMR spectroscopy में लैंथनाइड बी-डिकेटन संकुलण का/की क्या गुण इन्हें एक परिवर्तन-भिन्नक के रूप में उपयोगी बनाता है/बनाते हैं?

What property/properties of lanthanide β-diketone complexes make(s) them useful as shift reagents in NMR spectroscopy?

(ii) आत्रोफीजन से बंधन में आयाम की विशेषता में (हीमोलॉजिक में) क्या परिवर्तन होता है और क्यों?

What change in the position of iron in haemoglobin occurs in binding to oxygen and why?

5+5

(d) सिलिकेट एक बड़ी संख्या में सिलिकेट हौं का निर्माण करते हैं, जैसे

\[ \text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5][A] \]
\[ \text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}][B] \]
\[ \text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_4][C] \]
\[ \text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{Al}_2][D] \]
\[ \text{Na}_{12}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5][E] \]

A, B, C, D तथा E चीनियों के नाम बताएं।

Silicates produce a large number of silicate frameworks like

\[ \text{Al}_2[\text{Si}_2\text{O}_5][A] \]
\[ \text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}][B] \]
\[ \text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_4][C] \]
\[ \text{KAl}_2[\text{Si}_3\text{Al}_2][D] \]
\[ \text{Na}_{12}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5][E] \]

Name the compounds A, B, C, D and E.

10

(e) क्या निम्नलिखित कथन सही हैं या गलत हैं, तथा यदि गलत हैं तो इन्हें ठीक कीजिएः

(i) ताप में परिवर्तन के द्वारा एक अभिक्रिया के दर स्थिरांक में परिवर्तन करना सम्भव है।

(ii) स्फिंक्त ताप पर जब प्रथम-कोटि अभिक्रिया आगे बढ़ती है, तो अभिक्रिया दर स्फिंक्त बनी रहती है।

State whether the following statements are true or false, and if false, correct them:

10

(i) It is possible to change the rate constant for a reaction by changing the temperature.

(ii) The reaction rate remains constant as a first-order reaction proceeds at a constant temperature.

***
Useful Constants and Integrals

\[ N_A = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1} \]
\[ h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J s} \]
\[ k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1} \]
\[ c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1} \]
\[ R = 8.31 \text{ JK}^{-1} \text{ mol}^{-1} \]
\[ 1 \text{ F} = 96500 \text{ C} \]
\[ g = 9.8 \text{ m s}^{-1} \]

25 °C νF (At 25 °C), \( \frac{2.3 \text{ RT}}{F} = 59 \text{ mV}, \frac{\text{RT}}{F} = 25.7 \text{ mV} \)

\[ \int_0^L \frac{\pi x}{L} \cos \frac{\pi x}{L} \, dx = 0 \]
\[ \int_0^L \frac{\pi x}{L} \sin \frac{\pi x}{L} \, dx = \frac{L}{2} \]