No. of Printed Pages : 24 **BCHCT–133**

B. SC. (GENERAL) / B. SC. (MULTIDISCIPLINARY) (BSCG/BSCM)

Term-End Examination

December, 2025

BCHCT-133 : CHEMICAL ENERGETICS, EQUILIBRIA AND FUNCTIONAL GROUP ORGANIC CHEMISTRY–I

Time : 2 Hours *Maximum Marks : 50*

Note : *(i) This question paper contains two Parts.*

(ii) Students are required to answer both the two Parts in two separate answer books. Write your enrolment number, course code and part title clearly on each of the two answer books.

(iii) Marks are indicated against each question.

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

Part—A (Marks : 25)

(Chemical Energetics and Equilibria)

***Note* :** *Attempt any **five** questions from Question Nos. **1** to **7**.*

1. (a) What are intensive variables ? Identify intensive variables from the following properties : 2

 (i) Volume

 (ii) Refractive index

 (iii) Temperature

 (b) Derive a relationship between the temperature and volume for an adiabatic process. 3

2. (a) Show that the heat absorbed by a system at constant volume is equal to increase in internal energy of the system. 2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) The reaction of cyanamide, $NH_2CN(s)$ with dioxygen was carried out in a bomb calorimeter, and ΔU was found to be – 742.7 kJ mol^{-1} at 298 K. Calculate the enthalpy change for the reaction at 298 K : 3

$$NH_2CN(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

3. (a) What are spontaneous reactions ? Give criteria for spontaneity of a reaction in terms of (i) entropy, and (ii) Gibbs energy. 2

(b) The enthalpy change for the following reaction is determined to be 131.28 kJ mol^{-1} at 298 K :

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

$$C_{(graphite)} + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$$

Calculate the enthalpy change for the reaction at 100°C. The C_p^o (JK^{-1} mol^{-1}) values are given as :

$C_{(graphite)} = 8.53$, : $H_2O(g) = 33.58$;

$CO(g) = 29.12$; $H_2(g) = 28.82$.

Assume the heat capacity values to be temperature independent in the range. 3

4. (a) Write an equilibrium constant expression for each of the following chemical reactions : 2

(i) $4NO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 4HNO_3(g)$

(ii) $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) Calculate the equilibrium constant K_p and K_c for the reaction :

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$$

Given that the partial pressure of various gases at equilibrium in a vessel at 3000 K are : 3

$$P_{CO} = 0.4 \text{ atm.}, \ P_{CO_2} = 0.6 \text{ atm.},$$

$$P_{O_2} = 0.2 \text{ atm.}$$

5. (a) Define chemical potential and give its significance. 2

(b) At a pressure of 1 bar, water undergoes fusion at 273.1 K. Write the equation for the process. Calculate the entropy of fusion of water if the molar enthalpy of fusion of water is found to be 6.02 kJ mol^{-1}. 3

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

6. (a) In the following reactions, label each species as an acid or a base. Also, identify the conjugate and acid-base pairs in these reactions : 2

(i) $HSO_4^-(aq) + NH_3(aq) \rightleftharpoons SO_4^{2-}(aq) + NH_4^+(aq)$

(ii) $HPO_4^{2-}(aq) + NH_4^+(aq) \rightleftharpoons H_2PO_4^-(aq) + NH_3(aq)$

(b) Calculate the degree of hydrolysis of 0.1 M aqueous solution of sodium acetate at 298 K. Given : 3

$$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}.$$

7. (a) What is common ion effect ? Explain with the help of a suitable example. 2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) For $PbCl_2$, $k_{sp} = 3.2 \times 10^{-5}$. Determine the maximum amount of $PbCl_2$ (in g) that will dissolve in 250 cm^3 of water at 25°C. 3

Given : Molar mass of $PbCl_2$ = 278 g/mol

Part—B (Marks : 25)

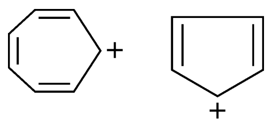
(Functional Group Organic Chemistry—I)

Note **:** *Attempt any* ***five*** *questions from Question Nos.* ***8*** *to* ***14***.

8. (a) Give IUPAC and common name of $C_6H_5CH_2Cl$. 1

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(b) State Huckel's rule. Which of the following is aromatic ? 2



(c) What are electrophiles ? Give the structures of *two* electrophiles. 2

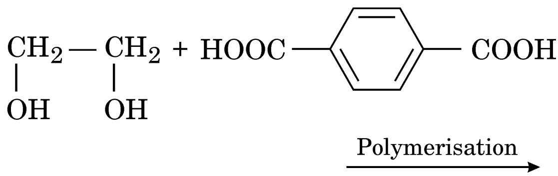
9. (a) Explain why *t*-butyl alcohol undergoes elimination reaction by E_1 and *n*-butyl alcohol by E_2 mechanism. 4

(b) Give *two* examples of *o*-, *p*-directing groups in electrophilic aromatic substitution reaction. 1

10. Complete any *five* of the following reactions : 5

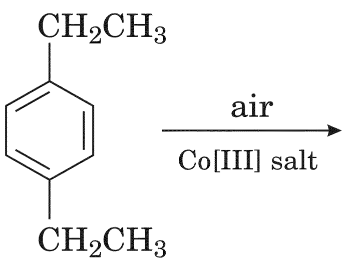
(i) $C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} \xrightarrow[H_2O]{\text{warm}}$

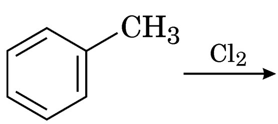
Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ii) 

(iii) $RCOCl \xrightarrow[BaSO_4]{H_2/Pd}$

(iv) $C_6H_5{-}COCH_3 \xrightarrow[\text{(ii) Base}]{\text{(i) } NH_2NH_2.HCl}$

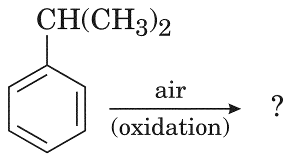
(v) 

(vi) 

11. How is benzene converted to acetophenone ? Give the specific name of the reaction, its mechanism and one catalyst that is used in this reaction. 5

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

12. Complete any *five* of the following reactions : 5

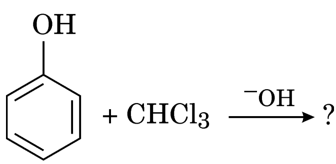
(i) 

(ii) $RCHO + (CH_2COOEt)_2 \longrightarrow ?$

(iii) $RO^-Na^+ + R'Cl \longrightarrow ?$

(iv) $RCOOH + R'{-}OH \xrightarrow{H^+} ?$

(v) $2CH_3CHO \xrightarrow{\text{dil NaOH}} ?$

(vi) 

13. Explain any *five* of the following : 5

(i) Why is benzene not used in under-graduate labs ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ii) Role of conc. sulphuric acid in the nitration of benzene.

(iii) Hybridisation of carbon attached to –Cl in $CH_2 = CH–Cl$.

(iv) Role of crown ethers in chemistry.

(v) A common laboratory test for aldehydes and ketones.

(vi) Why are phenols acidic in nature ?

14. Explain in short any *two* of the following : 5

(i) Why do phenolphthalein show different colours in acidic and alkaline medium ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ii) Why is —Cl in C_6H_5Cl difficult to be substituted by a nucleophile as compared to that in $(CH_3)_3CCl$?

(iii) Why CH_3CHO undergoes base catalysed Aldol condensation but not HCHO ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

BCHCT–133

विज्ञान स्नातक (सामान्य) /

विज्ञान स्नातक (बहुविषयक)

(बी. एस.-सी. जी./बी. एस.-सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2025

बी.सी.एच.सी.टी.-133 : रासायनिक और्जिकी, साम्य और अभिलक्षकीय समूह कार्बनिक रसायन—I

समय : 2 घण्टे *अधिकतम अंक : 50*

नोट : (i) *इस प्रश्न-पत्र के दो भाग हैं।*

(ii) *छात्रों को दोनों भागों के उत्तर दो अलग-अलग उत्तर पुस्तिकाओं में देने हैं। दोनों उत्तर पुस्तिकाओं पर अपना अनुक्रमांक, पाठ्यक्रम कोड और भाग का नाम साफ-साफ लिखिए।*

(iii) *प्रत्येक प्रश्न के अंक उसके सामने दिए गए हैं।*

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

भाग—क (अंक : 25)

(रासायनिक और्जिकी और साम्य)

नोट : प्रश्न सं. **1** से **7** तक से किन्हीं ***पाँच*** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

1. (क) अविस्तारात्मक चर क्या होते हैं ? निम्नलिखित गुणों में से अविस्तारात्मक चरों को पहचानिए : 2

   (i) आयतन

   (ii) अपवर्तनांक

   (iii) ताप

   (ख) रुद्धोष्म प्रक्रम के लिए ताप व आयतन के मध्य संबंध व्युत्पन्न कीजिए। 3

2. (क) दर्शाइए कि किसी प्रक्रम द्वारा स्थिर आयतन पर शोषित ऊष्मा प्रक्रम की आंतरिक ऊर्जा में वृद्धि के बराबर होती है। 2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ख) साएनामाईड, $CH_2CN(s)$ की द्विऑक्सीजन से अभिक्रिया को एक बम कैलोरीमापी में किया गया तथा 298 K पर ΔU का मान – 742.7 kJ mol^{-1} पाया गया। अभिक्रिया के लिए 298 K पर एन्थैल्पी परिवर्तन का मान परिकलित कीजिए : 3

$$NH_2CN(g) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow N_2(g) + CO_2(g) + H_2O(l)$$

3. (क) स्वतः अभिक्रियाएँ क्या होती हैं ? किसी अभिक्रिया की स्वतः परिवर्तिता के लिए (i) एन्ट्रॉपी, तथा (ii) गिब्स ऊर्जा के रूप में मापदंड बताइए। 2

(ख) निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए 298 K पर एन्थैल्पी परिवर्तन का मान 131.28 kJ mol^{-1} पाया गया।

$$C_{(graphite)} + H_2O(g) \rightarrow CO(g) + H_2(g)$$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

अभिक्रिया के लिए 100°C पर एन्थैल्पी में परिवर्तन का मान परिकलित कीजिए। C_p^o (JK^{-1} mol^{-1}) मान इस प्रकार है :

$C_{(ग्रेफाइट)}$ = 8.53; $H_2O(g)$ = 33.58;

CO(g) = 29.12; $H_2(g)$ = 28.82.

मान लीजिए कि दी गई परास में ऊष्माधारिता के मान ताप पर निर्भर नहीं करते हैं। 3

4. (क) निम्नलिखित रासायनिक समीकरणों के लिए साम्य स्थिरांक व्यंजक लिखिए : 2

(i) $4NO_2(g) + O_2(g) + 2H_2O(g) \rightleftharpoons 4HNO_3(g)$

(ii) $CH_4(g) + H_2O(g) \rightleftharpoons CO(g) + 3H_2(g)$

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ख) निम्नलिखित अभिक्रिया के लिए K_p तथा K_c का मान परिकलित कीजिए :

$$CO(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightleftharpoons CO_2(g)$$

दिया गया है कि 3000 K पर साम्य अवस्था में पात्र में विभिन्न गैसों के आंशिक दाब निम्न प्रकार है : 3

$$P_{CO} = 0.4 \text{ atm.}, \; P_{CO_2} = 0.6 \text{ atm.},$$

$$P_{O_2} = 0.2 \text{ atm.}$$

5. (क) रासायनिक विभव को परिभाषित कीजिए व इसके महत्व को बताइए। 2

(ख) 1 बार दाब पर जल का संलयन 273.1 K पर होता है। इस प्रक्रम के लिए समीकरण लिखिए। यदि जल के लिए संलयन की मोलर एन्थैल्पी का मान 6.02 kJ mol^{-1} पाया गया है, तो जल के संलयन की एन्ट्रॉपी का मान परिकलित कीजिए। 3

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

6. (क) निम्नलिखित अभिक्रियाओं में प्रत्येक स्पीशीज को अम्ल अथवा क्षारक के रूप में चिन्हित कीजिए। इन अभिक्रियाओं में संयुग्मक अम्ल–क्षारक युग्मों को भी पहचानिए : 2

(i) $HSO_4^-(aq) + NH_3(aq) \rightleftharpoons SO_4^{2-}(aq) + NH_4^+(aq)$

(ii) $HPO_4^{2-}(aq) + NH_4^+(aq) \rightleftharpoons H_2PO_4^-(aq) + NH_3(aq)$

(ख) सोडियम ऐसीटेट के 0.1 M जलीय विलयन के लिए 298 K पर जल–अपघटन की मात्रा का मान परिकलित कीजिए। दिया गया है : 3

$$K_a(CH_3COOH) = 1.8 \times 10^{-5}$$

7. (क) सम–आयन प्रभाव क्या होता है ? उपयुक्त उदाहरण द्वारा व्याख्या कीजिए। 2

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ख) $PbCl_2$ के लिए $k_{sp} = 3.2 \times 10^{-5}$ है। 250 cm^3 जल में 25°C पर घुलने वाले $PbCl_2$ (ग्राम में) की अधिकतम मात्रा का मान ज्ञात कीजिए। 3

दिया गया है : $PbCl_2$ का मोलर द्रव्यमान

$= 278 \text{ gmol}^{-1}$

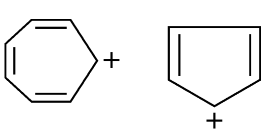
भाग—ख (अंक : 25)

(अभिलक्षकीय समूह कार्बनिक रसायन—I)

नोट : प्रश्न सं. **8** से **14** तक किन्हीं ***पाँच*** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

8. (क) $C_6H_5CH_2Cl$ का IUPAC तथा सामान्य नाम लिखिए। 1

(ख) हकल के नियम का कथन लिखिए। निम्नलिखित में से कौन-सा ऐरोमैटिक है ? 2



Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ग) इलेक्ट्रॉनस्नेही क्या होते हैं ? **दो** इलेक्ट्रॉनस्नेहियों की संरचनाएँ दीजिए। 2

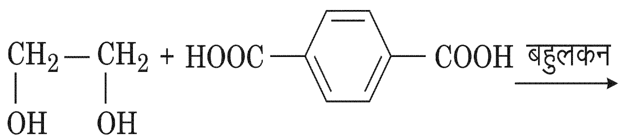
9. (क) व्याख्या कीजिए कि क्यों t-ब्यूटिल ऐल्कोहॉल E_1 क्रियाविधि द्वारा तथा n-ब्यूटिल ऐल्कोहॉल E_2 क्रियाविधि द्वारा विलोपन अभिक्रिया दर्शाता है। 4

(ख) इलेक्ट्रॉनस्नेही एरोमैटिक प्रतिस्थापन अभिक्रिया में o-तथा p-निर्देश समूहों के **दो** उदाहरण दीजिए। 1

10. निम्नलिखित से किन्हीं **पाँच** अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए : 5

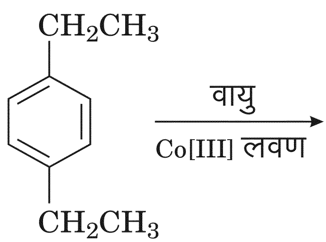
(i) $C_6H_5\overset{+}{N}_2\overset{-}{Cl} \xrightarrow[H_2O]{\text{गर्म करने पर}}$

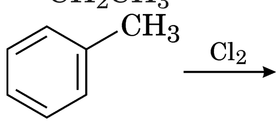
Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ii) 

(iii) $RCOCl \xrightarrow[BaSO_4]{H_2/Pd}$

(iv) $C_6H_5{-}COCH_3 \xrightarrow[\text{(ii) क्षारक}]{\text{(i) } NH_2NH_2.HCl}$

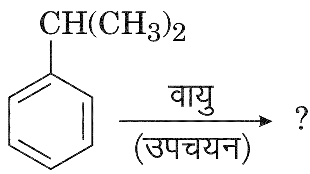
(v) 

(vi) 

11. बेंजीन को एसीटोफीनॉन में किस प्रकार रूपांतरित किया जाता है ? अभिक्रिया का विशिष्ट नाम, क्रियाविधि व अभिक्रिया में इस्तेमाल होने वाले एक उत्प्रेरक को लिखिए। 5

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

12. निम्नलिखित में से किन्हीं **पाँच** अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए : 5

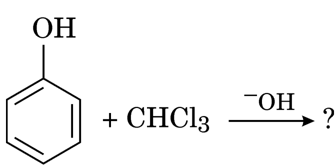
(i) 

(ii) $RCHO + (CH_2COOEt)_2 \longrightarrow ?$

(iii) $RO^-Na^+ + R'Cl \longrightarrow ?$

(iv) $RCOOH + R'—OH \xrightarrow{H^+} ?$

(v) $2CH_3CHO \xrightarrow{\text{तनु } NaOH} ?$

(vi) 

13. निम्नलिखित में से किन्हीं **पाँच** की व्याख्या कीजिए : 5

(i) स्नातक प्रयोगशालाओं में बेंजीन का उपयोग क्यों नहीं किया जाता है ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ii) बेंजीन के नाइट्रोकरण में सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की भूमिका।

(iii) $CH_2 = CH–Cl$ में —Cl से जुड़े कार्बन का संकरण।

(iv) रसायनशास्त्र में क्राउन ईथरों की भूमिका।

(v) ऐल्डिहाइडों और कीटोनों के लिए एक सामान्य प्रयोगशाला परीक्षण।

(vi) फीनॉलों की प्रकृति अम्लीय क्यों होती है ?

14. निम्नलिखित में से किन्हीं **दो** की संक्षेप में व्याख्या कीजिए : 5

(i) अम्लीय तथा क्षारीय माध्यम में फीनॉल्फ्थैलीन अलग–अलग रंग क्यों दर्शाता है ?

Downloaded from www.IGNOUBABA.com

(ii) $(CH_3)_3CCl$ की तुलना में C_6H_5Cl में – Cl का एक नाभिकस्नेही द्वारा प्रतिस्थापन कठिन क्यों होता है ?

(iii) CH_3CHO क्षारक उत्प्रेरित ऐल्डोल संघनन प्रदर्शित करता है, लेकिन HCHO क्यों नहीं दर्शाता है ?

× × × × ×

Downloaded from www.IGNOUBABA.com