No. of Printed Pages : 23 **BCHCT–133**

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

Term-End Examination
June, 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.

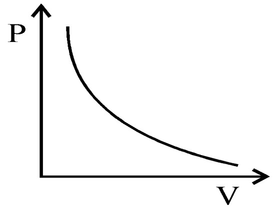
Part—A (Marks : 25)

(Chemical Energetics and Equilibria)

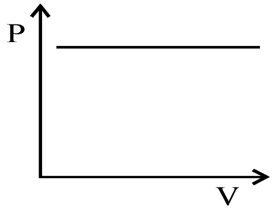
***Note* : *Attempt any* five *questions from Question Nos.* 1 *to* 7.**

1. (a) Which of the following P-V diagrams best represents an isothermal process for an ideal gaseous system ? 2

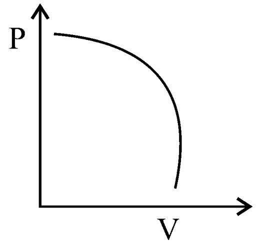
(i)

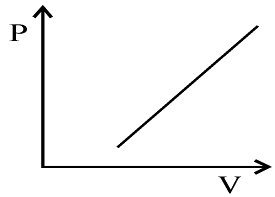


(ii)



(iii)



(iv) 

(b) The molar heat capacity of water at constant pressure is 75 JK^{-1} mol^{-1}. What would be the increase in temperature of 1 kg of water when 10 kJ of heat is supplied to it ? 3

2. (a) State the Zeroth Law of Thermodynamics. 2

(b) For complete combustion of ethanol :

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

the amount of heat produced as measured in bomb calorimeter is 1365.0 kJ mol^{-1} at 27°C. Assuming ideality, what would be the molar

enthalpy of combustion, $\Delta_C H$ for the reaction ?

(Given : R = 8.314 JK^{-1} mol^{-1}.) 3

3. (a) What are spontaneous reactions ? Give any *one* criterion of spontaneity of a reaction. 2

(b) Diborane undergoes combustion according to the reaction :

$$B_2H_6(g) + 3O_2(g) \rightarrow B_2O_3(s) + 3H_2O(g)$$

What would be the enthalpy change for the combustion of diborane ? 3

Given :

(i) $2B(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow B_2O_3(s)$;

$$\Delta H = -1273 \, kJ/mol$$

(ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$;

$$\Delta H = -286 \, kJ/mol$$

(iii) $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g)$; $\Delta H = 44\,kJ/mol$

(iv) $2B(s) + 3H_2(g) \rightarrow B_2H_6(g)$;

$$\Delta H = 36\,kJ/mol$$

4. (a) Derive the relationship between K_P and K_C for the following equilibrium reaction : 2

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

(b) Given the following equilibrium reaction, predict the direction of shift of equilibrium for each stress listed : 3

$$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g);$$

$$\Delta_r H = 171\,kJ\,mol^{-1}$$

(i) addition of CO

(ii) increase in pressure

(iii) addition of a catalyst.

5. (a) One mole of ice is converted into water at 273 K and 1 atm. The molar entropies of $H_2O(s)$ and $H_2O(l)$ are 38.20 and 60.00 J mol^{-1} K^{-1}, respectively. What would be the enthalpy change for the conversion ? 2

(b) Explain enthalpy driven and entropy driven reactions. Melting of ice is an endothermic process. Is the process 'entropy driven' *or* 'enthalpy driven' ? Justify your answer. 3

6. (a) State Ostwald's dilution law. Write the mathematical expression for the Ostwald's dilution law. 2

(b) What is the pH of a solution which is prepared by mixing 100 cm^3 of 0.01 M HCl and 300 cm^3 of 0.02 M NaOH at 298 K ? 3

Given : log 2 = 0.30; log 3 = 0.48, log 8 = 0.90.

7. (a) Formic acid (HCOOH) is a weak acid. Write the ionisation equilibrium reaction for formic acid in water and also give the expression for the corresponding ionisation constant. 2

(b) What would be the pH of buffer solution containing 0.17 M acetic acid and 0.34 M sodium acetate ?

Given : $pKa_{(acetic\ acid)} = 4.74$; log 2 = 0.30; log 3 = 0.48. 3

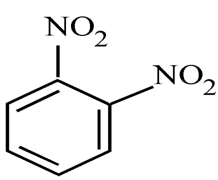
Part—B (Marks : 25)

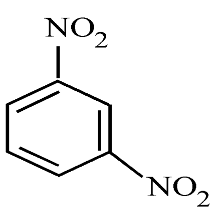
(Functional Group Organic Chemistry—I)

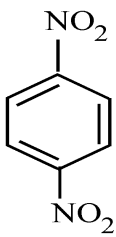
***Note* : *Attempt any* five *questions from Question Nos.* 8 *to* 14.**

8. (a) How is nitrobenzene obtained from benzene ? What is the role of conc. H_2SO_4 in this reaction ? Explain. 3

(b) Which of the following compounds will be obtained on nitration of nitrobenzene ? Why ? 2

(i) 

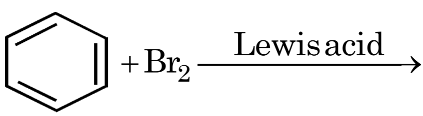
(ii) 

(iii) 

9. (a) Write all the steps involved in the conversion of aniline to chlorobenzene. Write the specific name of each reaction. 2+1

(b) What type of elimination reaction (E_1 *or* E_2) does CH_3CH_2Cl undergo on treatment with a strong base ? Write its reaction. 2

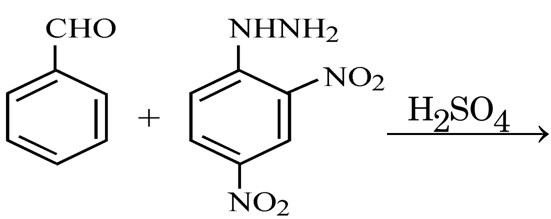
10. Complete the following reactions : 5

(i) 

(ii)

(iii) $CH_3CHO + \text{conc. NaOH} \xrightarrow{\Delta}$

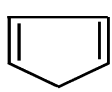
(iv) $CH_3COCH_3 + I_2 + NaOH \longrightarrow$

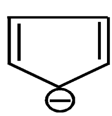
(v) 

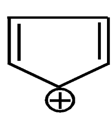
11. (a) Give the structure of the simplest trihydric alcohol. Write its IUPAC and common name. 2

(b) How is phenol obtained by cumene-phenol process ? Write stepwise the reagents used and products formed. 3

12. (a) State Huckel's rule. Which of the following are aromatic and why ? 3

(i) 

(ii) 

(iii) 

(b) State Saytzeff 's rule. What will be product by elimination of H–Cl from 2

$$CH_3CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H-CH_3 \ ?$$

13. Explain the following : 5

(a) 2, 4-dinitrophenol is a stronger acid than phenol.

(b) CH_3CHO undergoes Aldol condensation but not HCHO.

14. (a) Explain why *p*-chlorotoluene gives a mixture of *m*-toluidine and *p*-toluidine on reaction with sodamide. What is the name of the intermediate in this reaction ? 3

(b) How will you convert CH_3MgCl to the following : 2

(i) $CH_3 - CH_3$

(ii) CH_3COOH

BCHCT–133

विज्ञान स्नातक (सामान्य) /

विज्ञान स्नातक (बहुविषयक)

(बी. एस. सी. जी./बी. एस. सी. एम.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 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।*

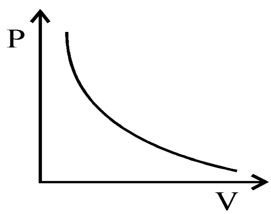
भाग—क (अंक : 25)

(रासायनिक और्जिकी और साम्य)

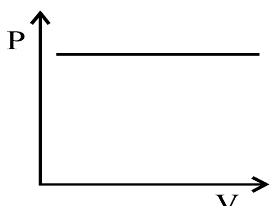
नोट **:** प्रश्न सं. **1** से **7** तक से किन्हीं ***पाँच*** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

1. (क) निम्नलिखित में से कौन-सा P-V आरेख एक आदर्श गैस के लिए समतापी प्रक्रम को दर्शाता है ? 2

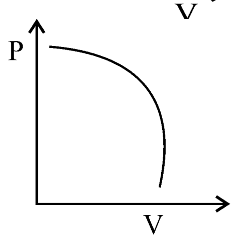
(i)



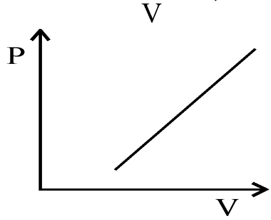
(ii)



(iii)



(iv)



(ख) स्थिर दाब पर जल की मोलर ऊष्माधारिता 75 JK^{-1} mol^{-1} है। यदि 1 kg जल को 10 kJ ऊष्मा की आपूर्ति की जाती है, तो उसके तापमान में कितनी वृद्धि होगी ? 3

2. (क) ऊष्मागतिकी का शून्यवाँ नियम बताइए। 2

(ख) बम कैलोरीमापी में 27°C पर एथेनॉल के पूर्ण दहन में उत्पन्न ऊष्मा का मान 1365.0 kJ mol^{-1} है :

$$C_2H_5OH(l) + 3O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 3H_2O(l)$$

आदर्श व्यवहार मानते हुए अभिक्रिया के लिए $\Delta_C H$ की मोलर दहन एन्थैल्पी का परिकलन कीजिए। 3

(दिया गया है : R = 8.314 JK^{-1} mol^{-1})

3. (क) स्वतः अभिक्रियाएँ क्या होती हैं ? अभिक्रिया की स्वतः प्रवर्तिता के लिए कोई **एक** मापदंड बताइए। 2

(ख) डाईबोरेन निम्नलिखित दहन अभिक्रिया दर्शाती है :

$$B_2H_6(g) + 3O_2(g) \rightarrow B_2O_3(s) + 3H_2O(g)$$

डाईबोरेन के दहन में एन्थैल्पी परिवर्तन कितना होगा ?

दिया गया है : 3

(i) $2B(s) + \frac{3}{2}O_2(g) \rightarrow B_2O_3(s);$

$\Delta H = -1273 \, kJ/mol$

(ii) $H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l);$

$\Delta H = -286 \, kJ/mol$

(iii) $H_2O(l) \rightarrow H_2O(g); \; \Delta H = 44 \, kJ/mol$

(iv) $2B(s) + 3H_2(g) \rightarrow B_2H_6(g);$

$\Delta H = 36 \, kJ/mol$

4. (क) निम्नलिखित साम्य अभिक्रिया के लिए K_P तथा K_C के बीच संबंध व्युत्पन्न कीजिए : 2

$$2SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2SO_3(g)$$

(ख) नीचे दिए गए साम्य समीकरण के लिए क्रमबद्ध प्रत्येक तनाव के लिए साम्य

की दिशा में होने वाले परिवर्तन का पूर्वानुमान लगाइए : 3

$$CO_2(g) + C(s) \rightleftharpoons 2CO(g)\,;$$

$$\Delta_r H = 171\,\text{kJ mol}^{-1}$$

(i) CO का मिलाना

(ii) दाब का बढ़ना

(iii) एक उत्प्रेरक का मिलाना।

5. (क) एक मोल बर्फ को 273 K तथा 1 atm. पर जल में रूपांतरित किया गया। $H_2O(s)$ तथा $H_2O(l)$ की मोलर एन्ट्रॉपियों का मान क्रमशः 38.20 तथा 60.00 J mol^{-1} K^{-1} है। इस रूपांतरण के लिए एन्थैल्पी परिवर्तन क्या होगा ? 2

(ख) एन्थैल्पी संचालित तथा एन्ट्रॉपी संचालित अभिक्रियाओं की व्याख्या कीजिए। बर्फ का पिघलना एक

ऊष्माशोषी प्रक्रिया है। यह प्रक्रिया 'एन्ट्रॉपी संचालित है' **अथवा** 'एन्थैल्पी संचालित' ? अपने उत्तर को उचित सिद्ध कीजिए। 3

6. (क) ओस्टवाल्ड का तनुता नियम बताइए। ओस्टवाल्ड के तनुता नियम के लिए गणितीय समीकरण लिखिए। 2

(ख) 0.01 M HCl के 100 cm^3 तथा 0.02 M NaOH के 300 cm^3 को 298 K पर मिलाने से प्राप्त होने वाले विलयन का pH मान क्या होगा ? 3

दिया गया है : log 2 = 0.30; log 3 = 0.48 तथा log 8 = 0.90.

7. (क) फॉर्मिक अम्ल (HCOOH) एक दुर्बल अम्ल है। जल में फॉर्मिक अम्ल के आयनन के लिए साम्य अभिक्रिया

लिखिए तथा उसके संगत आयनन स्थिरांक का व्यंजक भी लिखिए। 2

(ख) 0.17 M ऐसीटिक अम्ल तथा 0.34 M सोडियम ऐसीटेट वाले उभय प्रतिरोधी विलयन के लिए pH का मान क्या होगा ? दिया गया है :

$pK_{a(\text{ऐसीटिक अम्ल})} = 4.74$; $\log 2 = 0.30$, $\log 3 = 0.48$. 3

भाग—ख (अंक : 25)

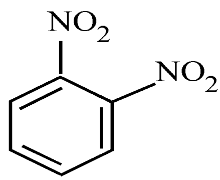
(अभिलक्षकीय समूह कार्बनिक रसायन—I)

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

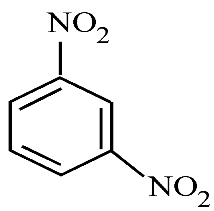
8. (क) बेन्जीन से नाइट्रोबेन्जीन कैसे प्राप्त करेंगे ? इस अभिक्रिया में H_2SO_4 की क्या भूमिका है ? समझाइए। 3

(ख) निम्नलिखित में से कौन-सा यौगिक नाइट्रोबेन्जीन के नाइट्रीकरण से प्राप्त होगा ? क्यों ? 2

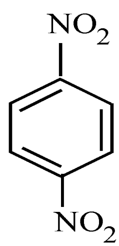
(i)



(ii)



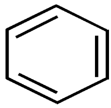
(iii)

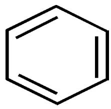


9. (क) ऐनिलीन को क्लोरोबेन्जीन में रूपातंरित करने में प्रयुक्त सभी चरणों को लिखिए। प्रत्येक अभिक्रिया के विशिष्ट नाम भी लिखिए। 2+1

(ख) CH_3CH_2Cl किस प्रकार की विलोपन अभिक्रिया (E_1 **या** E_2) दर्शाता है जब यह प्रबल क्षारक से अभिक्रिया करता है ? अभिक्रिया लिखिए। 2

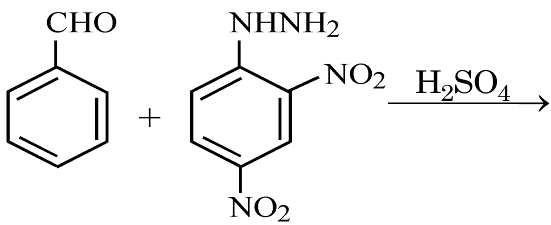
10. निम्नलिखित अभिक्रियाओं को पूर्ण कीजिए : 5

(i)  $+ Br_2 \xrightarrow{\text{लुईस अम्ल}}$

(ii)  $+ CH_3COCl \xrightarrow{AlCl_3}$

(iii) $CH_3CHO + \text{conc. } NaOH \xrightarrow{\Delta}$

(iv) $CH_3COCH_3 + I_2 + NaOH \longrightarrow$

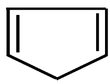
(v) 

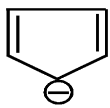
11. (क) सरलतम ट्राइहाइड्रिक ऐल्कोहॉल की संरचना दीजिए।

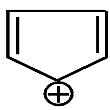
इसके IUPAC और प्रचलित नाम लिखिए। 2

(ख) क्यूमीन–फीनॉल प्रक्रिया से फीनॉल कैसे प्राप्त करते हैं ? प्रयुक्त अभिकर्मकों और बनने वाले उत्पादों को चरणबद्ध तरीके से लिखिए। 3

12. (क) हकल के नियम का उल्लेख कीजिए। निम्नलिखित में से कौन–सा ऐरोमैटिक और क्यों है ? 3

(i) 

(ii) 

(iii) 

(ख) सैटजैफ का नियम बताइए। निम्नलिखित से $H-Cl$ के विलोपन से क्या उत्पाद प्राप्त होगा ? 2

$$CH_3CH_2-\underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{C}}H-CH_3$$

13. निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए : 5

(क) फीनॉल से 2, 4–डाइनाइट्रोफीनॉल अधिक अम्लीय है।

(ख) CH_3CHO ऐल्डॉल संघनन दर्शाता है परन्तु HCHO नहीं।

14. (क) समझाइए कि p–क्लोरोटॉलुईन की सोडाऐमाइड से अभिक्रिया पर m–टॉलुआइडीन और p–टॉलुआइडीन का मिश्रण क्यों प्राप्त होता है। इस अभिक्रिया में बनने वाले मध्यवर्ती का क्या नाम है ? 3

(ख) CH_3MgBr को आप निम्नलिखित में कैसे रूपांतरित करेंगे ? 2

(i) $CH_3 - CH_3$

(ii) CH_3COOH

× × × × ×