

No. of Printed Pages : 10

CHE-10

## BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination, 2019

## CHEMISTRY

## CHE-10 : SPECTROSCOPY

Time : 2 Hours]

[Maximum Marks : 50

---

**Note :** Answer Any Five questions. All questions carry equal marks. Use of log tables and non-programmable calculator is allowed.

---

$$\hbar = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}, c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

---

---

1. (a) Find the term symbols for the ground state and  $1s^1 2p^1$  (triplet) excited state of helium. [4]
- (b) What is the necessary condition for a molecule to : [3]
- (i) exhibit rotational spectrum
  - (ii) exhibit vibrational spectrum
  - (iii) be optically active?

- (c) What do you understand by  $n$ -fold axis of symmetry? Explain by giving two examples. [3]

2. (a) Show that for a diatomic molecule

$$r_1 = \frac{m_2}{(m_1 + m_2)} r$$

where  $r_1$  and  $r_2$  are the distances of atoms 1 and 2 from the centre of mass,  $r$  is the bond length,  $m_1$  and  $m_2$  are their masses. [2]

- (b) If the fundamental vibrational transition for O - H species is observed at  $3735 \text{ cm}^{-1}$  find out the position of the corresponding transition of O - D species. Given that  $m_{\text{O}} = 15.99 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ,  $m_{\text{H}} = 1.0078 \times 10^{-3} \text{ kg}$ ,  $m_{\text{D}} = 2.014 \times 10^{-3} \text{ kg}$ . [3]

- (c) Draw and explain various normal modes of vibration of  $\text{H}_2\text{O}$ . [3]

- (d) Give the difference between the fundamental transition and overtones. [2]

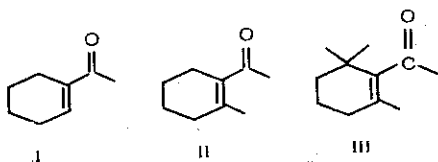
3. (a) The transition from  $J = 0$  to  $J' = 1$  for AB takes place at  $\bar{\nu} = 22 \text{ cm}^{-1}$ . Calculate the bond length of AB Atomic masses of A and B are  $1.008 \times 10^{-3}$

kg and  $35.45 \times 10^{-3}$  kg, respectively. [4]

(b) The IR and Raman spectral data of  $N_2O$  are given below. Deduce its structure : [3]

$\nu/cm^{-1}$	IR	Raman
589	Strong; PQR band	-
1285	V.strong; PR band	V.strong
2224	V.strong; PR band	Strong

(c) Arrange the following in order of increasing carbonyl group frequency. Give reason for your answer : [3]



4. (a) Define the following terms: [2]

- (i) Chromophore
- (ii) Bathochromic shift

(b) In the UV absorption spectrum of oxygen continuum absorption begins at  $56876 \text{ cm}^{-1}$ . The excitation energy of oxygen atom is  $15868 \text{ cm}^{-1}$ . Find the dissociation energy of  $O_2$  molecule in the ground state in  $\text{kcal mol}^{-1}$ . [3]

- (c) A compound having molecular formula  $C_5H_8O_3$  shows the following spectral data : [5]

UV spectrum ( $\lambda_{max}$ ) : 262 nm

IR spectrum : 3333 - 2300, 1715  $cm^{-1}$

$^1H$ -NMR spectrum ( $\delta$ ,  $COCl_2$ ) : 11.0 (s, 1H), 2.12 (s, 3H), 2.60 (s, 4H), Mass spectrum (m/z) : 116, 43

Deduce the structure of this compound on the basis of the above spectral data.

- (a) Explain the process of predissociation using potential energy curves. [4]
- (b) Draw a block diagram of a spectrometer and explain the role of various components in it. [3]
- (c) (i) Why are esr spectra recorded as derivatives curves?
- (ii) Which of the following would show an esr spectrum :

$CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO$ ,  $N_2$

[3]

6. (a) Predict the signals in the  $^1\text{H-NMR}$  spectra for the isomers of butyl chloride, assuming coupling only between protons on adjacent carbons. [4]
- (b) The chemical shift of protons in a test sample occurs at 2 ppm. What will be the difference in Hz between TMS and test proton resonances when measured in a 100 MHz spectrometer and in a 200 MHz spectrometer? [3]
- (c) Explain the term "band pass width" with the help of a suitable diagram. [3]
7. (a) Draw and discuss the mass spectrum of bromomethane with respect to the origin of lines and their intensities. [3]
- (b) Draw and explain the ESR spectrum of ethyl radical. [3]
- (c) What are the selection rules for transitions of a vibrating rotator? [2]
- (d) State mutual exclusion principle. [2]

सी.एच.ई.-10

## विज्ञान स्नातक (बी.एस.सी.)

सत्रांत परीक्षा, 2019

रसायन विज्ञान

सी.एच.ई.-10 : स्पेक्ट्रमिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।  
लॉग सारणियों तथा अप्रोग्रामीय वैज्ञानिक कैलकुलेटर्स के प्रयोग की  
अनुमति है।

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}, c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

1. (क) हीलियम की मूल अवस्था और  $1s^2 2p^1$  (त्रिक) उत्तेजित अवस्था के लिए पद-प्रतीक ज्ञात कीजिए। [4]
- (ख) किसी अणु के लिए निम्नलिखित के लिए क्या आवश्यक शर्त होती है : [3]
  - (i) घूर्णन स्पेक्ट्रम दर्शाने के लिए
  - (ii) कम्पनिक स्पेक्ट्रम दर्शाने के लिए
  - (iii) घ्रुवण घूर्णक होने के लिए

(ग) सममिति के  $n$  - गुणा अक्ष से आप क्या समझते हैं ? दो उदाहरण देते हुए व्याख्या कीजिए। [3]

2. (क) किसी द्वि-परमाणुक अणु के लिए दर्शाइए कि : [2]

$$r_1 = \frac{m_2}{(m_1 + m_2)} r$$

जहाँ  $r_1$  और  $r_2$  क्रमशः परमाणुओं 1 और 2 की द्रव्यमान के केन्द्र से दूरियाँ हैं,  $r$  आबंध लंबाई है और  $m_1$  और  $m_2$  क्रमशः परमाणुओं 1 और 2 के द्रव्यमान हैं।

(ख) यदि O-H स्पीशीज़ के लिए मूल कम्पन संक्रमण  $3735 \text{ cm}^{-1}$  प्रेक्षित होता हो, तो O-D स्पीशीज़ के लिए संगत संक्रमण की स्थिति ज्ञात कीजिए। यह दिया गया है कि : [3]

$$\begin{aligned} m_{\text{O}} &= 15.99 \times 10^{-3} \text{ kg}, & m_{\text{H}} &= 1.0078 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ m_{\text{D}} &= 2.014 \times 10^{-3} \text{ kg}. \end{aligned}$$

(ग)  $\text{H}_2\text{O}$  के लिए विभिन्न सामान्य कम्पन विधाओं को आरेखित कीजिए और उनकी व्याख्या कीजिए। [3]

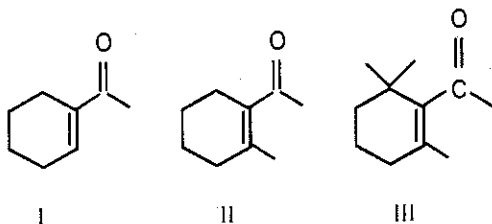
(घ) मूल संक्रमण और अधिस्वरकों में अंतर बताइए। [2]

3. (क) किसी अणु AB के लिए  $J = 0$  से  $J' = 1$  वाला संक्रमण  $\bar{\nu} = 22 \text{ cm}^{-1}$  पर प्राप्त होता है। AB की आबंध लंबाई परिकलित कीजिए। A और B के परमाणु द्रव्यमान क्रमशः  $1.008 \times 10^{-3} \text{ kg}$  और  $35.45 \times 10^{-3} \text{ kg}$  हैं। [4]

- (ख)  $N_2O$  के लिए अवरक्त और रमन स्पेक्ट्रमी आंकड़े नीचे दिए गए हैं। इसकी संरचना निर्धारित कीजिए : [3]

$\bar{\nu} / \text{cm}^{-1}$	अवरक्त	रमन
589	प्रबल, PQR बैंड	-
1285	अतिप्रबल, PR बैंड	अतिप्रबल
2224	अतिप्रबल, PR बैंड	प्रबल

- (ग) निम्नलिखित को उनकी कार्बोनिल आवृत्ति के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए। अपने उत्तर के लिए कारण बताइए : [3]



4. (क) निम्नलिखित पदों की परिभाषा कीजिए : [2]

(i) वर्णमूलक                      (ii) वर्णोत्कर्षी सुति

- (ख) ऑक्सीजन के पराबैंगनी अवशोषण स्पेक्ट्रम में, सांतत्यक अवशोषण  $56878 \text{ cm}^{-1}$  पर आरंभ होता है। ऑक्सीजन परमाणु की उत्तेजन ऊर्जा  $15868 \text{ cm}^{-1}$  है। ऑक्सीजन की मूल अवस्था में,  $\text{kcal mol}^{-1}$  मात्रकों में, वियोजन ऊर्जा



ज्ञात कीजिए। [3]

(ग) एक यौगिक जिसका अणु सूत्र  $C_5H_8O_3$  है, निम्नलिखित स्पेक्ट्रमी आंकड़ें प्रदर्शित करता है : [5]

पराबैंगनी स्पेक्ट्रम ( $\lambda_{max}$ ) : 262 nm,

अवरक्त स्पेक्ट्रम : 3333 - 2300, 1715  $cm^{-1}$

$^1H$ - एन.एम.आर. स्पेक्ट्रम ( $\delta$ ,  $COCl_2$ ) : 11.0 (एकक, 1H), 2.12 (एकक, 3H), 2.60 (एकक, 4H), द्रव्यमान स्पेक्ट्रम ( $m/z$ ) : 116, 43

उपरोक्त स्पेक्ट्रमी आंकड़ों के आधार पर यौगिक की संरचना ज्ञात कीजिए।

5. (क) स्थितिज ऊर्जा वक्रों के उपयोग द्वारा पूर्व-वियोजन प्रक्रिया की व्याख्या कीजिए। [4]

(ख) किसी स्पेक्ट्रममापी का खंड-आरेख बनाइए और उसके विभिन्न घटकों के कार्य की व्याख्या कीजिए। [3]

(ग) (i) इ.एस.आर. स्पेक्ट्रमों को व्युत्पन्न वक्रों के रूप में अभिलेखित क्यों किया जाता है? [3]

(ii) निम्नलिखित में से कौन-से इ.एस.आर. स्पेक्ट्रम दर्शाएंगे :

$CO_2$ ,  $NO_2$ ,  $NO$ ,  $N_2$

6. (क) यह मानते हुए कि युग्मन केवल संलग्न कार्बन परमाणुओं पर उपस्थित प्रोटॉनों के मध्य होता है, ब्यूटिल क्लोराइड के समावयवों के एन.एम.आर. स्पेक्ट्रमों में प्रदर्शित संकेतों का अनुमान लगाइए। [4]
- (ख) किसी परीक्षण प्रतिदर्श में प्रोटॉनों की रासायनिक सृति 2 ppm पर प्राप्त होती है। यदि 100 MHz और 200 MHz स्पेक्ट्रममापियों का मापन के लिए उपयोग किया जाए तो टी.एम.एस. और परीक्षण प्रोटॉन के अनुनादों में कितना अंतर होगा ? [3]
- (ग) उचित चित्र की सहायता से बैंड पारण चौड़ाई पद की व्याख्या कीजिए। [3]
7. (क) ब्रोमोमेथेन के द्रव्यमान स्पेक्ट्रम को आरेखित कीजिए और रेखाओं की उत्पत्ति और उनकी तीव्रताओं के संदर्भ में स्पेक्ट्रम की चर्चा कीजिए। [3]
- (ख) एथिल मूलक का इ.एस.आर. स्पेक्ट्रम आरेखित कीजिए और उसकी चर्चा कीजिए। [3]
- (ग) किसी कम्पमान घूर्णक के संक्रमणों के लिए क्या वरण नियम होते हैं ? [2]
- (घ) परस्पर अपवर्जन सिद्धांत लिखिए। [2]

----- x -----