

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)**  
**Term-End Examination**  
**December, 2022**

**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 calculators is allowed.

---

---

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

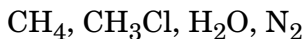
$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

1. (a) Derive the term symbol for a 'p' electron in hydrogen atom and hence show that the transition of an electron from an s to a p level exhibits two lines. 4
- (b) Name and draw the symmetry elements present in NH<sub>3</sub>. 3

- (c) What is the necessary condition for a molecule to show rotational spectrum ? In which region of electromagnetic spectrum does rotational spectrum appear ? Which of the following molecules exhibit rotational spectrum ? 3



2. (a) Calculate the value of Rydberg constant for hydrogen atom. 3

- (b) If the rotational constant for  $^1\text{H } ^{35}\text{Cl}$  is  $10.59 \text{ cm}^{-1}$ , what is the value of rotational constant of  $^2\text{D } ^{35}\text{Cl}$  ? 3

$$\text{Masses : } ^{35}\text{Cl} = 58.1 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$^2\text{D} = 3.344 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$^1\text{H} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

- (c) What are the processes of intersystem crossing and phosphorescence ? Discuss giving suitable diagram. 3

- (d) Give the selection rule for a harmonic oscillator. 1

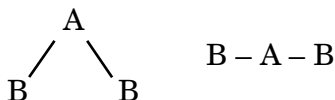
3. (a) Explain the origin of *P*, *Q* and *R* branches in the IR spectrum of a vibrating rotor using a suitable diagram. 4

- (b) What is a normal mode of vibration ? Calculate the number of stretching and bending modes of  $\text{PF}_3$  and  $\text{CH}_4$ . 3

- (c) Discuss how (i) isotopic substitution, and (ii) resonance, cause a change in frequency of an IR band. 3

4. (a) What are Stokes and anti-Stokes lines ? Predict the position of Raman vibration lines for C – H stretching of an alkane at  $2900\text{ cm}^{-1}$  if Hg radiation of  $22946\text{ cm}^{-1}$  is used. 4

(b) How can you differentiate between the following structures with molecular formula  $\text{AB}_2$  ?



Which rule is applicable here ? State the rule. 2

(c) Explain the following : 4

- (i)  $\alpha$ -cleavage with an example
- (ii) Chemical ionisation

5. (a) Discuss the ESR spectrum of methyl radical giving the energy levels and transitions involved. Also draw a suitable diagram. 4

(b) Explain the following giving reasons : 4

- (i) An aqueous solution of an acetone absorbs at  $264.5\text{ nm}$  while the solution of acetone in hexane absorbs at  $279\text{ nm}$ .
- (ii) 1,3-Butadiene absorbs at a longer wavelength than ethene.

(c)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  is intensely coloured though there is no possibility of  $d-d$  transition. Explain giving reasons. 2

6. (a) Draw the NMR spectrum of ethanol and explain the observed splitting in the signals. 4
- (b) The chemical shift of protons in a test sample occurs at 2 ppm. Calculate the difference in Hz between TMS and Test Proton Resonances when measured in a 200 MHz spectrometer. 2
- (c) Which of the following would show an ESR spectrum and why? 2
- $\bullet\text{CH}_3, \text{N}_2, \text{CO}_2, \bullet\text{C}_6\text{H}_6^-$
- (d) Explain McLafferty rearrangement taking pentanoic acid as an example. 2
7. (a) Discuss the sampling techniques used in IR spectroscopy. 4
- (b) A compound with a molecular weight of 108 has the molecular formula  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$ . It is not an acidic compound. It exhibited the following spectral data :
- UV :  $\lambda_{\text{max}}$  at 254 nm, 202 nm.
- IR : 3420, 3064, 1500, 1455  $\text{cm}^{-1}$   
(broad)
- NMR : ( $\delta$ ,  $\text{CDCl}_3$ ) : 3.8 (s, 1H),  
4.55 (s, 2H) and  
7.25 (s, 5H)
- Mass  $m/z$  : 108 ( $\text{M}^+$ ), 107, 79, 77
- Determine the structure of the compound using the above data. 6

विज्ञान स्नातक (बी.एस सी.)

सत्रांत परीक्षा

दिसम्बर, 2022

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 नॉन-प्रोग्रामीय कैल्कुलेटर्स के उपयोग की अनुमति है ।

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$$

$$m = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$$

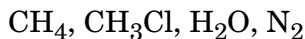
$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}$$

$$c = 2.998 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

1. (क) हाइड्रोजन परमाणु के 'p' इलेक्ट्रॉन के लिए पद-प्रतीक व्युत्पन्न कीजिए और फिर दर्शाइए कि इलेक्ट्रॉन के s से p स्तर पर संक्रमण द्वारा दो रेखाएँ प्रदर्शित होती हैं । 4
- (ख)  $\text{NH}_3$  में उपस्थित सममिति तत्त्वों के नाम बताइए और उन्हें आरेखित कीजिए । 3

- (ग) किसी अणु के लिए घूर्णन स्पेक्ट्रम दर्शाने के लिए क्या आवश्यक शर्त है ? घूर्णन स्पेक्ट्रम विद्युत्-चुंबकीय स्पेक्ट्रम के किस क्षेत्र में प्रदर्शित होता है ? निम्नलिखित में से कौन-से अणु घूर्णन स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करेंगे ? 3



2. (क) हाइड्रोजन परमाणु के लिए रिडबर्ग नियतांक का मान परिकलित कीजिए । 3

- (ख) यदि  $^1\text{H } ^{35}\text{Cl}$  के लिए घूर्णन स्थिरांक  $10.59 \text{ cm}^{-1}$  हो, तो  $^2\text{D } ^{35}\text{Cl}$  के लिए घूर्णन स्थिरांक का मान क्या होगा ? 3

$$\text{द्रव्यमान : } ^{35}\text{Cl} = 58.1 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$^2\text{D} = 3.344 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

$$^1\text{H} = 1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

- (ग) अंतरा-निकाय लंघन और स्फुरदीप्ति प्रक्रियाएँ क्या होती हैं ? उचित चित्र देते हुए चर्चा कीजिए । 3

- (घ) आवर्ती दोलक के लिए वरण नियम दीजिए । 1

3. (क) उचित चित्र के उपयोग द्वारा किसी कम्पमान घूर्णक के अवरक्त स्पेक्ट्रम में  $P$ ,  $Q$  और  $R$  शाखाओं की उत्पत्ति की व्याख्या कीजिए । 4

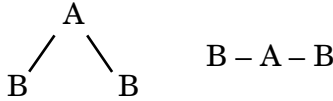
- (ख) कम्पन की सामान्य विधा क्या होती है ?  $\text{PF}_3$  और  $\text{CH}_4$  के लिए तनन और बंकन विधाओं की संख्या परिकलित कीजिए । 3

- (ग) चर्चा कीजिए कि (i) समस्थानिक प्रतिस्थापन, और (ii) अनुनाद किसी अवरक्त बैंड की आवृत्ति को किस प्रकार परिवर्तित करते हैं । 3

4. (क) स्टोक्स और प्रति-स्टोक्स रेखाएँ क्या होती हैं ? यदि  $22946 \text{ cm}^{-1}$  वाले Hg विकिरण का उपयोग किया जाए तो  $2900 \text{ cm}^{-1}$  पर ऐल्केन के C-H तनन के लिए रामन कम्पन रेखाओं की स्थिति की प्रागुक्ति कीजिए ।

4

- (ख)  $\text{AB}_2$  अणु सूत्र वाली निम्नलिखित संरचनाओं में आप किस प्रकार अंतर करेंगे ?



यहाँ कौन-सा नियम प्रयुक्त होगा ? उस नियम को लिखिए ।

2

- (ग) निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए :

4

- (i)  $\alpha$ -विदलन – एक उदाहरण सहित  
(ii) रासायनिक आयनन

5. (क) ऊर्जा स्तरों और सम्मिलित संक्रमणों को देते हुए मेथिल मूलक के ई.एस.आर. स्पेक्ट्रम की चर्चा कीजिए । उचित चित्र भी आरेखित कीजिए ।

4

- (ख) निम्नलिखित की कारण देते हुए व्याख्या कीजिए :

4

- (i) ऐसीटोन का जलीय विलयन  $264.5 \text{ nm}$  पर अवशोषण करता है जबकि ऐसीटोन का हैक्सेन में विलयन  $279 \text{ nm}$  पर अवशोषण करता है ।  
(ii) 1,3-ब्यूटाडाइईन एथीन से उच्चतर तरंगदैर्ध्य पर अवशोषण करती है ।

- (ग)  $\text{K}_2\text{CrO}_4$  का रंग गहरा होता है यद्यपि उसमें  $d-d$  संक्रमण की संभावना नहीं है । कारण देते हुए व्याख्या कीजिए ।

2

6. (क) एथेनॉल का एन.एम.आर. स्पेक्ट्रम आरेखित कीजिए और संकेतों में प्रदर्शित विपाटन की व्याख्या कीजिए । 4
- (ख) किसी परीक्षण प्रतिदर्श में प्रोटॉनों की रासायनिक सूत्रि 2 ppm पर प्राप्त होती है । 200 MHz स्पेक्ट्रममापी में मापने पर टी.एम.एस. और परीक्षण प्रोटॉनों के अनुनादों के बीच अंतर Hz में परिकलित कीजिए । 2
- (ग) निम्नलिखित में से कौन-से ई.एस.आर. स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करेंगे और क्यों ? 2



- (घ) पेन्टेनोइक अम्ल का उदाहरण लेकर मैक्लाफ़र्टी पुनर्विन्यास की व्याख्या कीजिए । 2
7. (क) अवरक्त स्पेक्ट्रमिकी में प्रयुक्त प्रतिदर्श हस्तन तकनीकों की चर्चा कीजिए । 4
- (ख) एक यौगिक जिसका अणु भार 108 है, का आण्विक सूत्र  $\text{C}_7\text{H}_8\text{O}$  है । यह अम्लीय यौगिक नहीं है । यह निम्नलिखित स्पेक्ट्रमी आँकड़े प्रदर्शित करता है :

पराबैंगनी :  $\lambda_{\text{max}}$  254 nm, 202 nm

अवरक्त : 3420 (विस्तृत), 3064, 1500, 1455  $\text{cm}^{-1}$

एन.एम.आर. : ( $\delta$ ,  $\text{CDCl}_3$ ) : 3.8 (एकक, 1H),  
4.55 (एकक, 2H) और  
7.25 (एकक, 5H)

द्रव्यमान  $m/z$  : 108 ( $\text{M}^+$ ), 107, 79, 77

ऊपर दिए गए आँकड़ों का उपयोग करते हुए यौगिक की संरचना निर्धारित कीजिए । 6