

No. of Printed Pages : 9

CHE-10

BACHELOR OF SCIENCE (B. Sc.)

Term-End Examination

June, 2024

CHE-10 : SPECTROSCOPY

Time : 2 Hours

Maximum Marks : 50

Note : (i) *Attempt any five questions.*

(ii) *All questions carry equal marks.*

(iii) *Use of Log tables and Non-programmable scientific calculators is allowed.*

1. (a) How many normal modes of vibrations does CO₂ molecule have ? Out of these, how many are (i) stretching and (ii) bending modes ? 3
- (b) Which amongst the following molecules show pure rotational spectra and why ? 2
NO, H₂, CO₂ and HCl
- (c) What are the symmetry elements present in NH₃ molecule ? To which point group does it belong ? 4

P. T. O.

- (d) What is the multiplicity of electron in the configuration 1st of hydrogen atom ? 1
2. (a) State Franck-Condon principle. 2
- (b) What is the effect of isotopic substitution on rotational spectrum ? 2
- (c) For a diatomic molecule, prove that $I = \mu r^2$, where μ = reduced mass, r = interatomic distance I = moment of inertia. 3
- (d) The energy spacing in rotational spectrum of $^{12}\text{C } ^{16}\text{O}$ molecule is 3.8424 cm^{-1} . Find moment of inertia and bond length of $^{12}\text{C } ^{16}\text{O}$. 3
3. (a) Define zero point energy and give its expression. 2
- (b) Draw a labelled diagram for the transitions of a vibrating rotator giving R branches P, Q and R branches. 4
- (c) Draw the block diagram of a single beam UV-visible spectrophotometer. 4

4. (a) The following table gives the data obtained from IR and Raman spectra of an AB_2 molecule :

$\bar{\nu} / \text{cm}^{-1}$	IR	Raman
1250	Inactive	Active
2349	Active (PR)	Inactive
667.3	Active (PQR)	Inactive

Predict the structure of AB_2 . What will be the wave number corresponding to symmetric stretching mode ? 4

- (b) Why are Stoke's lines more intense than anti-stoke's lines ? 2
- (c) How can it be established that an observed spectral line/band in electronic spectra of a molecule is : 4
- $n \rightarrow \sigma^*$
 - $\sigma \rightarrow \sigma^*$
 - $\pi \rightarrow \pi^*$
 - $n \rightarrow \pi^*$
5. (a) Why is esr signal recorded as the first derivative of the absorption curve ? 2
- (b) Why is $C \equiv C$ stretching frequency greater than $C = C$ stretching frequency ? 2

- (c) Why is KMnO_4 intensely coloured inspite of absence of d-d transitions ? 2
- (d) Define fluorescence and phosphorescences. 4
6. (a) Sketch and explain esr. spectrum of methyl radical. 4
- (b) Draw low and high resolution NMR spectra for $\text{CH}_3\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$ molecule. 4
- (c) An alcohol molecular formulas with $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, gives two fragments in mass spectrum with $\frac{m}{z} = 45$ and 31. (base peak). Write the structure of the alcohol and the fragment giving the base peak. 2
7. (a) Explain Chemical Ionisation (CI). 2
- (b) Calculate the $\bar{\nu}$ for the first spectral line of Balmer series for hydrogen atom (Rydberg constant = $1.09677 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$). 3
- (c) Arrive at the structural formula of compound of molecular formula $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ from the data given below : 5
- (i) Mass spectrum : $\frac{m}{z} = 72, 43$
- (ii) UV spectrum : 274 nm
- (iii) IR spectra : 1730 cm^{-1} , 2780 cm^{-1}
- (iv) NMR spectra : triplet (3H) sext (2H) quartet (2H), triplet (1H)

CHE-10

विज्ञान स्नातक (बी. एस.-सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2024

(रसायन विज्ञान)

सी.एच.ई.-10 : स्पेक्ट्रमिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट : (i) किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए।

(ii) सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।

(iii) लॉग सारणियों नॉन-अप्रोग्रामीय कैलकुलेटरों के उपयोग की अनुमति है।

1. (क) CO_2 अणु की कम्पन की कितनी सामान्य विधाएँ

होती हैं ? इनमें से कितनी (i) तनन और कितनी

(ii) बंकन विधाएँ होती हैं ? 3

(ख) निम्नलिखित में से कौन-से अणु शुद्ध घूर्णन

स्पेक्ट्रम प्रदर्शित करते हैं और क्यों ? 2

NO , H_2 , CO_2 और HCl

- (ग) NH_3 अणु में कौन-से सममिति तत्व उपस्थित होते हैं ? यह किस बिन्दु समूह से संबंधित होता है ? 4
- (घ) हाइड्रोजन परमाणु के 1's विन्यास में इलेक्ट्रॉन की क्या बहुलता होती है ? 1
2. (क) फ्रांक-कॉन्डन सिद्धान्त लिखिए। 2
- (ख) घूर्णन स्पेक्ट्रम पर समस्थानिक प्रतिस्थापन का क्या प्रभाव होता है ? 2
- (ग) किसी द्वि-परमाणुक अणु के लिए सिद्ध कीजिए कि $I = \mu r^2$ 3
- जहाँ $\mu =$ समानीत द्रव्यमान,
 $r =$ परमाणुओं के बीच की दूरी
 $I =$ जड़त्व आघूर्ण
- (घ) $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ अणु के घूर्णन स्पेक्ट्रम में ऊर्जा अंतराल 3.8424 cm^{-1} है। $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ के लिए जड़त्व आघूर्ण और आबंध लम्बाई ज्ञात कीजिए। 3
3. (क) शून्य बिन्दु ऊर्जा की परिभाषा दीजिए और इसके लिए व्यंजक लिखिए। 2
- (ख) किसी कम्पमान घूर्णक के लिए P, Q और R शाखाओं को देते हुए संक्रमणों के लिए नामांकित चित्र बनाइए। 4

- (ग) एकल किरणपुंज वाले पराबैंगनी-दृश्य स्पेक्ट्रममापी के लिए खंड आरेख बनाइए। 4
4. (क) निम्नलिखित सारणी में किसी AB_2 अणु के लिए अवरक्त और रामन स्पेक्ट्रमों के आँकड़े दिए गए हैं।

$\bar{\nu} / \text{cm}^{-1}$	अवरक्त	रामन
1250	अक्रिय	सक्रिय
2349	सक्रिय (PR)	अक्रिय
667.3	सक्रिय (PQR)	अक्रिय

- AB_2 की संरचना निर्धारित कीजिए। सममित तनन विधा के संगत तरंग-संख्या क्या होगी ? 4
- (ख) स्टोक्स रेखाएँ प्रति-स्टोक्स रेखाओं से अधिक तीव्र क्यों होती हैं ? 2
- (ग) किसी अणु के इलेक्ट्रॉनिक स्पेक्ट्रम से यह कैसे स्थापित किया जा सकता है कि कोई प्रदर्शित स्पेक्ट्रमी रेखा/बैंड निम्नलिखित में से कौन-सा है ? 4
- (i) $n \rightarrow \sigma^*$
- (ii) $\sigma \rightarrow \sigma^*$
- (iii) $\pi \rightarrow \pi^*$
- (iv) $n \rightarrow \pi^*$

5. (क) इ. एस. आर. संकेत को अवशोषण वक्र के प्रथम व्युत्पन्न के रूप में क्यों अभिलेखित किया जाता है ? 2
- (ख) $C \equiv C$ तनन आवृत्ति, $C = C$ तनन आवृत्ति से अधिक क्यों होती है ? 2
- (ग) $d-d$ संक्रमणों के अनुपस्थित होने पर भी $KMnO_4$ का रंग गहरा क्यों होता है ? 2
- (घ) प्रतिदीप्ति और स्फुरदीप्ति को परिभाषित कीजिए। 4
6. (क) मेथिल मूलक के इ. एस. आर. स्पेक्ट्रम को आरेखित कीजिए और उसकी व्याख्या कीजिए। 4
- (ख) $CH_3CHCl-CH_2Cl$ अणु के लिए निम्न विभेदन और उच्च विभेदन एन. एम. आर. स्पेक्ट्रमों को आरेखित कीजिए। 4
- (ग) अणु सूत्र C_2H_6O वाला एक ऐल्कोहॉल द्रव्यमान स्पेक्ट्रम में $\frac{m}{z}$ 45 और 31 (आधार शिखर) पर दो विखंड प्रदर्शित करता है। ऐल्कोहॉल और आधार शिखर प्रदर्शित करने वाले विखण्ड की संरचनाएँ दीजिए। 2

7. (क) रासायनिक आयनन की व्याख्या कीजिए। 2
- (ख) हाइड्रोजन परमाणु की बामर श्रेणी की प्रथम स्पेक्ट्रमी रेखा के लिए $\bar{\nu}$ परिकलित कीजिए।
(रिडबर्ग नियतांक $= 1.09677 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$ है। 3
- (ग) अणुसूत्र $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}$ वाले यौगिक के लिए : 5
निम्नलिखित आँकड़ों के आधार पर यौगिक की संरचना निर्धारित कीजिए :

(i) द्रव्यमान स्पेक्ट्रम : $\frac{m}{z} = 72, 43$

(ii) पराबैंगनी स्पेक्ट्रम : 274 nm

(iii) अवरक्त स्पेक्ट्रम : 1730 cm^{-1} ,
2780 cm^{-1}

(iv) एन. एम. आर. स्पेक्ट्रम : त्रिक (3H),
षष्टक (2H) चतुष्क (2H), त्रिक (1H)