

BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)

Term-End Examination

June, 2018

02175

CHEMISTRY

CHE-10 : SPECTROSCOPY

Time : 2 hours

Maximum Marks : 50

Note :

- (i) *Attempt any five questions.*
- (ii) *Use of log tables and non-programmable calculators is allowed.*

Planck's constant, $h = 6.626 \times 10^{-34}$ Js,

$c = 2.998 \times 10^8$ ms⁻¹

$\pi = 3.14$

1. (a) Explain the vector nature of orbital angular momentum of an electron in the hydrogen atom using suitable diagrams. Also calculate its magnitude. 6
- (b) Name the symmetry elements present in water molecules. Also show them using the diagrams. 4

2. (a) The rotational constants for $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ and $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ are 1.92118 cm^{-1} and 1.83669 cm^{-1} , respectively. Calculate the atomic mass of ^{13}C if the atomic masses of ^{12}C and ^{16}O are 12.0000 and 15.9994, respectively. 6
- (b) Explain the following terms : 4
- (i) Fundamental transitions
- (ii) Overtones
3. (a) Give the expression for vibrational energy of a diatomic molecule and explain the various terms appearing in it. 3
- (b) A compound having molecular formula $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3$, gives the following spectral data :
- UV = λ_{max} : 262 nm
- IR : 3330 – 2300, 1715 cm^{-1}
- $^1\text{H-NMR} - \delta$ 2.12 (singlet, 3H),
 2.60 (multiplet, 4H),
 11.00 (singlet broad, 1H)
- Mass : m/z at 116, 43
- Determine the structure of the compound and assign the observed spectral data to the structural units present in the molecule. 7

4. (a) Draw the normal modes of vibration of CO_2 molecule. Which of these are IR active? Explain the reason for modes which are not IR active. 4
- (b) In infrared spectrum, aldehydes have a higher absorption frequency than ketones. Explain. 2
- (c) For hydrogen molecule, the spacing between the *S*-branch lines in the Raman spectrum is 243.2 cm^{-1} . Calculate the bond length of hydrogen. Mass of hydrogen atom is $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$. 4
5. (a) What are the selection rules for vibration-rotation Raman spectra? 2
- (b) Derive the term symbol for the ground state of hydrogen molecule. 4
- (c) Explain the following terms : 2
- (i) Auxochrome
- (ii) Bathochromic shift
- (d) Which one has higher crystal field stabilisation energy — Cr^{2+} or Fe^{2+} ? Why? 2
6. (a) Why is KMnO_4 intensely coloured? Explain. 3
- (b) Draw the block diagram of a microwave spectrometer. 3
- (c) Explain the nature and splitting of signals obtained in the ^1H -NMR spectrum of CH_3CHO . Draw the suitable diagram. 4

7. (a) Why is tetramethylsilane used as a reference in recording the ^1H -NMR spectrum of a compound? 2
- (b) Draw and explain the ESR spectrum of hydrogen atom. 4
- (c) The mass spectrum of 2-methyl-2-butanol shows peaks at m/z 73, 70, 59 and 55. Explain the origin of these peaks showing the fragments formed. 4
-

विज्ञान स्नातक (बी.एस.सी.)

सत्रांत परीक्षा

जून, 2018

रसायन विज्ञान

सी.एच.ई.-10 : स्पेक्ट्रमिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

नोट :

- (i) किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए ।
(ii) लॉग सारणियों तथा अप्रोग्रामीय कैल्कुलेटरों के प्रयोग करने की अनुमति है ।

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

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

$\pi = 3.14$

1. (क) उचित चित्रों के उपयोग द्वारा हाइड्रोजन परमाणु में इलेक्ट्रॉन के कक्षीय कोणीय संवेग की सदिश प्रकृति की व्याख्या कीजिए । इसका परिमाण भी परिकलित कीजिए । 6

- (ख) जल के अणुओं में उपस्थित सममिति तत्त्वों के नाम लिखिए । इन्हें चित्रों के उपयोग द्वारा भी दर्शाइए । 4

2. (क) $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$ और $^{13}\text{C}^{16}\text{O}$ के घूर्णन स्थिरांक क्रमशः 1.92118 cm^{-1} और 1.83669 cm^{-1} हैं। ^{13}C का परमाणु द्रव्यमान परिकलित कीजिए यदि ^{12}C और ^{16}O के परमाणु द्रव्यमान क्रमशः 12.0000 और 15.9994 हों।

6

(ख) निम्नलिखित पदों की व्याख्या कीजिए :

4

(i) मूल संक्रमण

(ii) अधिस्वरक

3. (क) किसी द्विपरमाणुक अणु की कम्पनिक ऊर्जा का व्यंजक दीजिए और उसमें आने वाले विभिन्न पदों की व्याख्या कीजिए।

3

(ख) एक यौगिक जिसका आण्विक सूत्र $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_3$ है, निम्नलिखित स्पेक्ट्रमी आँकड़े प्रदर्शित करता है :

पराबैंगनी = λ_{max} : 262 nm

अवरक्त : 3330 – 2300, 1715 cm^{-1}

^1H - एन.एम.आर. – δ 2.12 (एकक, 3H),

2.60 (बहुलक, 4H),

11.00 (एकक विस्तृत, 1H)

द्रव्यमान : m/z 116, 43

यौगिक की संरचना निर्धारित कीजिए और प्रेक्षित स्पेक्ट्रमी आँकड़ों के लिए उत्तरदायी अणु में उपस्थित संरचनात्मक इकाइयों की पहचान कीजिए।

7

4. (क) CO_2 अणु की कंपन की सामान्य विधाओं को आरेखित कीजिए । इनमें से कौन-सी विधाएँ अवरक्त सक्रिय हैं ? उन विधाओं के लिए कारण की व्याख्या कीजिए जो अवरक्त सक्रिय नहीं हैं । 4
- (ख) अवरक्त स्पेक्ट्रम में, कीटोनों की अपेक्षा ऐल्डिहाइडों की उच्च अवशोषण आवृत्ति होती है । व्याख्या कीजिए । 2
- (ग) हाइड्रोजन अणु के रामन स्पेक्ट्रम में S-शाखा की रेखाओं के बीच की दूरी 243.2 cm^{-1} होती है । हाइड्रोजन की आबंध लंबाई परिकलित कीजिए । हाइड्रोजन का परमाणु द्रव्यमान $1.673 \times 10^{-27} \text{ kg}$ है । 4
5. (क) कम्पन-घूर्णन रामन स्पेक्ट्रम के लिए वरण नियम क्या हैं ? 2
- (ख) हाइड्रोजन अणु की मूल अवस्था के लिए पद-प्रतीक व्युत्पन्न कीजिए । 4
- (ग) निम्नलिखित पदों की व्याख्या कीजिए : 2
- (i) वर्णवर्धक
- (ii) वर्णोत्कर्षी सूति
- (घ) Cr^{2+} या Fe^{2+} में किसकी क्रिस्टल क्षेत्र स्थायीकरण ऊर्जा अधिक होगी ? क्यों ? 2
6. (क) KMnO_4 का रंग तेज (गहरा) क्यों होता है ? व्याख्या कीजिए । 3
- (ख) सूक्ष्म-तरंग स्पेक्ट्रममापी का खंड आरेख बनाइए । 3
- (ग) CH_3CHO के ^1H -एन.एम.आर. स्पेक्ट्रम में प्राप्त संकेतों की प्रकृति और विपाटन की व्याख्या कीजिए । उचित चित्र आरेखित कीजिए । 4

7. (क) किसी यौगिक के ^1H -एन.एम.आर. स्पेक्ट्रम के अभिलेखन में टेट्रामेथिलसिलेन का सन्दर्भ के रूप में उपयोग क्यों किया जाता है ? 2
- (ख) हाइड्रोजन परमाणु के ई.एस.आर. स्पेक्ट्रम को आरेखित कीजिए और उसकी व्याख्या कीजिए । 4
- (ग) 2-मेथिल-2-ब्यूटेनॉल का द्रव्यमान स्पेक्ट्रम m/z 73, 70, 59 और 55 पर शिखर प्रदर्शित करता है । इन शिखरों की उत्पत्ति की व्याख्या बने हुए खंडों को प्रदर्शित करके कीजिए । 4
-