

## BACHELOR OF SCIENCE ( B.Sc.)

Term-End Examination-2020

## 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.

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ Js}; \quad C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

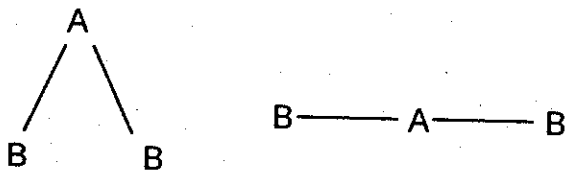
1. (a) Find the term symbol of  $1s^1 2p^1$  excited state of helium. 4
- (b) Draw and explain the symmetry elements present in  $\text{H}_2\text{O}$  molecule. To which point group does it belong? 4
- (c) What is the necessary condition for a molecule to show rotational spectrum? State which of the following are microwave active: 2  
 $\text{H}_2$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CO}_2$
2. (a) Derive the following relation for rotational wave number of a molecule: 4

$$\bar{\nu} = \frac{J(J+1)h}{8\pi^2 IC} \text{ starting from } E = \frac{1}{2} I \omega^2$$



- (b) Explain improper axis of rotation with the help of a suitable diagram. 3
- (c) The transition from  $J=0$  to  $J'=1$  for HCl takes place at  $\bar{\nu} = 21.18 \text{ cm}^{-1}$ . Calculate the bond length of  $^1\text{H}^{35}\text{Cl}$  if the reduced mass  $\mu$ , of the molecule is  $1.627 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . 3
3. (a)  $\text{KMnO}_4$  is intensely coloured. Explain. 3
- (b) What are the selection rules for: 2
- a harmonic oscillator
  - anharmonic oscillator to show vibrational spectrum?
- (c) Arrange the following compounds in increasing order of carbonyl frequency:  
Acetophenone, p-methoxyacetophenone and p-nitroacetophenone. Also give reasons for your answer. 3
- (d) The infrared spectrum of 1-butanol (pure liquid film) showed a single broad band between  $3500\text{--}3200 \text{ cm}^{-1}$ . On diluting it with  $\text{CCl}_4$ , it shows an additional band near  $3650 \text{ cm}^{-1}$ . Why? 2
4. (a) Explain the following terms: 2
- Monochromator
  - Band pass width
- (b) What is the principle of photoelectron spectroscopy? 2

- (c) If the fundamental vibrational frequency of a particular ketone occurs at  $1735\text{ cm}^{-1}$ , determine the position of Raman lines if it is irradiated with argon laser of wavelength  $514.53\text{ nm}$ . 3
- (d) How can you differentiate between the following structures using IR and Raman spectra? State the rule involved. 3



5. (a) State and explain Franck-Condon principle with the help of a suitable diagram. 3
- (b) Name two detectors used in an IR spectrometer. 2
- (c) Although the spectra of  $[\text{PtBr}_4]^{2-}$  and  $[\text{PtCl}_4]^{2-}$  are very similar.  $L \rightarrow M$  band in the first complex is at  $36,000\text{ cm}^{-1}$  while in the second complex it is at  $44,000\text{ cm}^{-1}$ . Suggest an explanation for this behaviour. 2
- (d) Explain McLafferty rearrangement with the help of a suitable example. 3
6. (a) How many lines are observed in the ESR spectrum of deuterium? Explain their origin using the energy level diagram. 5

- (b) The mass spectrum of phenyl ethanone ( $C_6H_5COCH_3$ ) shows peaks at  $m/z$  120, 105 and 77. Show how these peaks arise in the mass spectrum: 3
- (c) Calculate the value of nuclear magneton for proton. Given that  $e = 1.6 \times 10^{-19}$  C, mass of proton =  $1.672 \times 10^{-27}$  kg. 2
7. (a) Explain any two of the following terms: 4
- (i) Predissociation
  - (ii) Chemical shift
  - (iii) Spin-spin coupling
- (b) Assign the structure to a non-acidic organic compound which has molecular formula  $C_7H_8O$  and exhibits the following spectral data: 6

UV:  $\lambda_{max}$  254 nm and 202 nm.

IR: 3420, 3064, 1500 and  $1455\text{ cm}^{-1}$ .

NMR: ( $\delta$ ,  $CDCl_3$ ): 3.85 (s, 1H),  
4.55 (s, 2H) and 7.25 (s, 5H).

Mass:  $m/z$  108, 107, 79, 77 and 51.

Also relate the spectral data to the structural features of the compound.

—X—

## विज्ञान स्नातक (बी.एससी.)

सत्रांत परीक्षा-2020

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 कैलकुलेटरो के प्रयोग करने की अनुमति है।

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ JS}; \quad C = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

1. (क) हीलियम की उत्तेजित अवस्था  $1s^1 2p^1$  के लिए पद-प्रतीक ज्ञात कीजिए। 4
- (ख)  $H_2O$  अणु में उपस्थित सममिति तत्वों को आरेखित कीजिए और उनकी व्याख्या कीजिए। 4
- (ग) किसी अणु के लिए घूर्णन स्पेक्ट्रम दर्शाने के लिए क्या आवश्यक शर्त होती है? बताइये कि निम्नलिखित में से कौन-से सूक्ष्म तरंग सक्रिय हैं: 2  
 $H_2, NO, HCl, CO_2$

2. (क)  $E = \frac{1}{2} I \omega^2$  से आरम्भ करके किसी अणु के लिए

घूर्णन तरंग-संख्या का निम्नलिखित सम्बन्ध व्युत्पन्न कीजिए: 4

$$\bar{\nu} = \frac{J(J+1)h}{8\pi^2 I C}$$

(ख) उचित चित्र की सहायता से व्यामिश्र घूर्णन अक्ष की व्याख्या कीजिए। 3

(ग) HCl के लिए  $J = 0$  से  $J' = 1$  वाला संक्रमण  $\bar{\nu} = 21.18 \text{ cm}^{-1}$  पर प्रदर्शित होता है। यदि अणु का समानीत द्रव्यमान  $\mu$ ,  $1.627 \times 10^{-27} \text{ kg}$  हो, तो  $^1\text{H}^{35}\text{Cl}$  की आबंध लम्बाई परिकलित कीजिए। 3

3. (क)  $\text{KMnO}_4$  का तेज रंग होता है। व्याख्या कीजिए। 3

(ख) निम्नलिखित के लिए कम्पनिक स्पेक्ट्रम दर्शाने के लिए क्या वरण नियम है? 2

(i) आवर्ती दोलक

(ii) अप्रसंवादी दोलक

(ग) निम्नलिखित यौगिकों को उनकी कार्बोनिल आवृत्ति के बढ़ते क्रम में व्यवस्थित कीजिए:

ऐसीटोफीनोन, पैरा-मेथॉक्सीऐसीटोफीनोन और पैरा-नाइट्रोऐसीटोफीनोन। अपने उत्तर के लिए कारण भी बताइये। 3

(घ) 1-ब्यूटेनॉल (शुद्ध द्रव फिल्म) के अवरक्त स्पेक्ट्रम में  $3500-3200 \text{ cm}^{-1}$  के बीच एक चौड़ा विस्तृत बैंड प्रदर्शित होता है। इसका  $\text{CCl}_4$  के साथ तनुकरण करने पर अवरक्त स्पेक्ट्रम में  $3650 \text{ cm}^{-1}$  के पास एक अतिरिक्त बैंड प्रदर्शित होता है। क्यों? 2

4. (क) निम्नलिखित पदों की व्याख्या कीजिए: 2

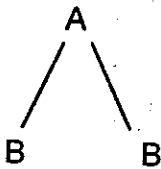
(i) एकवर्णित्र

(ii) बैंड पारण चौड़ाई

(ख) प्रकाशिक इलेक्ट्रॉन स्पेक्ट्रमिकी का क्या सिद्धान्त है? 2

(ग) यदि किसी कीटोन की मूल कंपन आवृत्ति  $1735 \text{ cm}^{-1}$  पर प्रदर्शित होती हो, तो  $514.53 \text{ nm}$  तरंगदैर्घ्य वाले ऑर्गन लेसर के विकिरण द्वारा किरणित करने पर रामन रेखाओं की स्थिति ज्ञात कीजिए। 3

(घ) अवरक्त और रमन स्पेक्ट्रमों के उपयोग द्वारा आप निम्नलिखित संरचनाओं में किस प्रकार अंतर करेंगे? सम्बन्धित नियम को भी लिखिए। 3



5. (क) फ्रांक कॉन्डन सिद्धान्त लिखिए और उचित चित्र की सहायता से उसकी व्याख्या कीजिए। 3
- (ख) अवरक्त स्पेक्ट्रममापी में प्रयुक्त दो संसूचकों के नाम लिखिये। 2
- (ग) यद्यपि  $[\text{PtBr}_4]^{2-}$  और  $[\text{PtCl}_4]^{2-}$  के स्पेक्ट्रम बहुत समान होते हैं, किन्तु प्रथम संकुल में  $L \rightarrow M$  बैंड  $36,000 \text{ cm}^{-1}$  पर प्राप्त होता है जबकि दूसरे संकुल में  $44,000 \text{ cm}^{-1}$  पर। इस अंतर का कारण बताइये। 2
- (घ) उचित उदाहरण की सहायता से मैकलाफर्टी पुनर्विन्यास की व्याख्या कीजिए। 3
6. (क) ड्यूटीरियम के ई०एस०आर० स्पेक्ट्रम में कितनी रेखाएँ प्रदर्शित होती हैं? ऊर्जा स्तर आरेख की सहायता से उनकी उत्पत्ति की व्याख्या कीजिए। 5
- (ख) फेनिल एथेनोन ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COCH}_3$ ) के द्रव्यमान स्पेक्ट्रम में  $m/z$  120, 105 और 77 पर शिखर प्रदर्शित होते हैं। दर्शाइये कि द्रव्यमान स्पेक्ट्रम में ये शिखर किस कारण प्रदर्शित होते हैं। 3
- (ग) प्रोटॉन के नाभिकीय मैग्नेटॉन का मान परिकलित कीजिए। दिया है:  $e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$ , प्रोटॉन का द्रव्यमान =  $1.672 \times 10^{-27} \text{ kg}$ । 2



7. (क) निम्नलिखित में से किन्हीं दो पदों की व्याख्या कीजिए: 4

(i) पूर्व वियोजन

(ii) रासायनिक सृति

(iii) प्रचक्रण-प्रचक्रण युग्मन

(ख) आण्विक सूत्र  $C_7H_8O$  वाले ऐसे कार्बनिक यौगिक की संरचना ज्ञात कीजिए जो अम्लीय नहीं है और निम्नलिखित स्पेक्ट्रमी आंकड़े प्रदर्शित करता है: 6

पराबैंगनी :  $\lambda_{max}$  254 nm और 202 nm.

अवरक्त : 3420, 3064, 1500 और 1455  $cm^{-1}$ .

एन०एम०आर० : ( $\delta$ ,  $CDCl_3$ ) : 3.85 (एकक, 1H),  
4.55 (एकक, 2H) और 7.25 (एकक, 5H).

द्रव्यमान :  $m/z$  108, 107, 79, 77 और 51.

इन स्पेक्ट्रमी आंकड़ों को यौगिक के संरचनात्मक अभिलक्षणों के साथ भी सम्बन्धित कीजिए।

—x—