

**BACHELOR OF SCIENCE (B.Sc.)****Term-End Examination****December, 2011****CHEMISTRY****CHE-10 : SPECTROSCOPY***Time : 2 hours**Maximum Marks : 50*

**Note :** (i) *Attempt any five questions. All questions carry equal marks.*

(ii) *Use of log tables and non - programmable scientific calculators can be allowed.*

$$N_A = 6.022 \times 10^{23}$$

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

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

1. (a) For  $\text{PF}_5$  molecule : 6
- (i) Predict the shape using the VSEPR theory.
- (ii) Give three symmetry elements in it.
- (iii) Identify the point-group.

- (b) From the rotational spectra of  $^{14}\text{NO}$  and  $^{15}\text{NO}$ , it was found that  $B/B' = 1.0361$ , where  $B$  and  $B'$  are rotational constants for  $^{14}\text{NO}$  and  $^{15}\text{NO}$ , respectively. Calculate the atomic mass of  $^{15}\text{N}$  if the masses of  $^{14}\text{N}$  and  $\text{O}$  are 14.0 and 16.0, respectively. 4
2. (a) Determine the term symbol for a  $p$ -electron in hydrogen atom. 3
- (b) If the fundamental vibrational frequency of a particular ketone occurs at  $1730\text{ cm}^{-1}$ , determine the position of Raman -lines. The Ketone is irradiated with argonlaser of wavelength 514.53 nm. 4
- (c) Write the expression relating the magnitude of magnetic moment and spin-angular momentum. Explain various terms involved in it. 3
3. (a) Write short notes on *any two* of the following : 6
- (i) Zero point energy
- (ii) Stokes and Anti-Stokes lines
- (iii) Atomic term symbol
- (b) A solution of hydrated  $\text{Ti}^{3+}$  ions is reddish-violet in colour, whereas, that of  $\text{Ti}^{4+}$  is colourless. Explain. 4

4. (a) The term symbol for the excited state of the  $\text{H}_2$  molecule can be  $^1\Sigma_g^+$  or  $^3\Sigma_g^+$ . Justify this statement. 4
- (b) In the ultra-violet 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 the oxygen molecule in the ground state in  $\text{Kcal, mol}^{-1}$ . 3
- (c) "Mass spectrometry is different in principle from the other spectroscopic techniques". How will you justify this statement? 3
5. (a) Why do nuclei such as  $^{16}\text{O}$  which do not possess nuclear-spin, do not show NMR spectra? 2
- (b) Why is tetra methyl silane,  $(\text{CH}_3)_4\text{Si}$ , used as a reference in the recording of  $^1\text{H}$ -NMR spectrum? 2
- (c) How many ESR spectral lines are observed if an unpaired electron, delocalised on two non-equivalent protons, is placed in a magnetic field? 3
- (d) For bis (acetylacetonato)  $\text{Cu(II)}$  complex, if  $I = \frac{3}{2}$  for copper nucleus, predict the number of hyperfine lines. 3

6. (a) The mass spectrum of trans-2-hexene shows peaks at  $m/z$  84 and 55. Explain the origin of peaks. 4
- (b) Name the type of cell used for recording UV-visible and infrared spectra. 2
- (c) Illustrate the effect of hydrogen bonding (intermolecular and intra - molecular) on carbonyl group frequency. 4
7. (a) Explain the following : 3
- (i) Fundamental Transition
- (ii) Overtones
- (iii) Hotbands
- (b) An aromatic compound having molecular formula  $C_7H_8O$  showed a broad band at  $3420\text{ cm}^{-1}$  in IR spectrum. The compound was found to be non-acidic in nature. Predict the structure of the compound and its IR, mass and NMR spectral data. 7
-

## विज्ञान स्नातक ( बी. एस सी. )

सत्रांत परीक्षा

दिसंबर, 2011

रसायन विज्ञान

सी.एच.ई.-10 : स्पेक्ट्रमिकी

समय : 2 घण्टे

अधिकतम अंक : 50

- नोट : (i) किन्हीं पाँच प्रश्नों के उत्तर दीजिए। सभी प्रश्नों के अंक समान हैं।  
(ii) लॉग सारणियों तथा नॉन-प्रोग्रामीय साईटिफिक कैल्कुलेटरों के प्रयोग की अनुमति दी जा सकती है।

$$N_A = 6.022 \times 10^{23}$$

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

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

1. (a)  $\text{PF}_5$  अणु के लिए :

6

- (i) वी.एस.ई.पी.आर. (VSEPR) सिद्धांत के उपयोग द्वारा आकृति का अनुमान लगाइए।  
(ii) इसमें उपस्थित तीन सममिति तत्वों के नाम बताइए।  
(iii) अणु का बिंदु-समूह पहचानिए।

- (b)  $^{14}\text{NO}$  और  $^{15}\text{NO}$  के घूर्णन स्पेक्ट्रमों से यह प्राप्त हुआ कि  $B/B' = 1.0361$  है जहाँ  $B$  और  $B'$  क्रमशः  $^{14}\text{NO}$  और  $^{15}\text{NO}$  के घूर्णन स्थिरांक हैं। यदि  $^{14}\text{N}$  और  $\text{O}$  के आण्विक द्रव्यमान क्रमशः 14.0 और 16.0 हों तो  $^{15}\text{N}$  का आण्विक द्रव्यमान ज्ञात कीजिए। 4
2. (a) हाइड्रोजन परमाणु के  $p$ -इलेक्ट्रॉन के लिए पद-प्रतीक निर्धारित कीजिए। 3
- (b) यदि किसी विशिष्ट कीटोन की मूल कंपनिक आवृत्ति  $1730 \text{ cm}^{-1}$  पर प्रदर्शित होती हो तो रामन रेखाओं की स्थिति ज्ञात कीजिए। कीटोन को  $514.53 \text{ nm}$  तरंग दैर्ध्य वाली ऑर्गेन लेसर द्वारा किरणित किया गया। 4
- (c) चुंबकीय आघूर्ण के आयाम और प्रचक्रण कोणीय संवेग के बीच संबंध व्यक्त करने वाला व्यंजक लिखिए। इसमें उपस्थित विभिन्न पदों की व्याख्या कीजिए। 3
3. (a) निम्नलिखित में से **किन्हीं दो** पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए। 6
- (i) शून्य बिंदु ऊर्जा।
- (ii) स्टोक्स तथा प्रति-स्टोक्स रेखाएँ।
- (iii) परमाण्विक पद-प्रतीक।
- (b)  $\text{Ti}^{3+}$  आयनों का जलीय विलयन लाल-जामुनी रंग का होता है जबकि  $\text{Ti}^{4+}$  आयनों का जलीय विलयन रंगहीन होता है। व्याख्या कीजिए। 4

4. (a)  $H_2$  अणु की उत्तेजित अवस्था के लिए पद-प्रतीक  $4$   
 $^1\Sigma_g^+$  या  $^3\Sigma_g^+$  हो सकता है। इस कथन की पुष्टि  
 कीजिए।
- (b) ऑक्सीजन के पराबैंगनी अवशोषण स्पेक्ट्रम में सांतत्यक  $3$   
 अवशोषण  $56876\text{ cm}^{-1}$  पर आरंभ होता है। ऑक्सीजन  
 परमाणु की उत्तेजन ऊर्जा  $15868\text{ cm}^{-1}$  है। ऑक्सीजन  
 अणु की मूल अवस्था में,  $\text{Kcal mol}^{-1}$  मात्रक में,  
 वियोजन ऊर्जा ज्ञात कीजिए।
- (c) “द्रव्यमान स्पेक्ट्रममिति अन्य स्पेक्ट्रमिकी तकनीकों से  $3$   
 सिद्धांत में भिन्न है।” इस कथन की आप किस प्रकार  
 पुष्टि करेंगे ?
5. (a)  $^{16}\text{O}$  जैसे नाभिक जिनका नाभिकीय प्रचक्रण नहीं होता  $2$   
 है, एन.एम.आर. स्पेक्ट्रम क्यों प्रदर्शित नहीं करते हैं ?
- (b) टेट्रामेथिल सिलेन को  $^1\text{H}$ -एन.एम.आर. स्पेक्ट्रम के  $2$   
 अभिलेखन में संदर्भ की तरह क्यों उपयोग किया जाता  
 है ?
- (c) यदि दो अतुल्य प्रोटॉनों पर अस्थानीकृत एक अयुग्मित  $3$   
 इलेक्ट्रॉन को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाए तो कितनी  
 इ.एस.आर. स्पेक्ट्रमी रेखाएँ प्राप्त होगी ?
- (d) बिस- (ऐसीटिलऐसीटोनेटो)  $\text{Cu(II)}$  संकुल के लिए  $3$   
 यदि  $\text{Cu}$  नाभिक के लिए  $l = \frac{3}{2}$  हो तो अतिसूक्ष्म  
 रेखाओं की संख्या क्या होगी ?

6. (a) ट्रांस-2-हैक्सीन के द्रव्यमान स्पेक्ट्रम में  $m/z$  84 और 4  
55 पर शिखर प्रदर्शित होते हैं। इन शिखरों की उत्पत्ति  
की व्याख्या कीजिए।
- (b) पराबैंगनी-दृश्य और अवरक्त स्पेक्ट्रमों के अभिलेखन 2  
में प्रयुक्त सेलों के प्रकार के नाम बताइए।
- (c) कार्बोनिल समूह आवृत्ति पर अंतरा-अणुक और अंतः - 4  
अणुक हाइड्रोजन आबंधन के प्रभाव को दर्शाइए।
7. (a) निम्नलिखित की व्याख्या कीजिए। 3
- (i) मूल संक्रमण
- (ii) अधिस्वरक
- (iii) तप्त बैंड
- (b) एक ऐरोमैटिक यौगिक जिसका अणु सूत्र  $C_7H_8O$  है, 7  
अवरक्त स्पेक्ट्रम में  $3420\text{ cm}^{-1}$  पर विस्तृत बैंड प्रदर्शित  
करता है। यौगिक की अम्लीय प्रकृति नहीं है। इस  
यौगिक की संरचना और अवरक्त, द्रव्यमान तथा  
एन.एम.आर. स्पेक्ट्रमी आँकड़ों की प्रागुक्ति कीजिए।