স্নাতক পাঠক্রম (B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা (Term End Examination)

ডিসেম্বর, ২০১৭ ও জুন, ২০১৮ (December-2017 & June-2018)

ঐচ্ছিক পাঠক্রম (Elective Course)

রসায়ন (Chemistry)

প্রথম পত্র (1st Paper)

General Chemistry : ECH-1

সময় ঃ দুই ঘন্টা (Time : 2 hours)

পূর্ণমান ঃ ৫০ (Full Marks : 50)

মানের গুরুত্ব ঃ ৭০% (Weightage of Marks : 70%)

পরিমিত ও যথাযথ উত্তরের জন্য বিশেষ মূল্য দেওয়া হবে।

অশুদ্ধ বানান, অপরিচ্ছন্নতা এবং অপরিষ্কার হস্তাক্ষরের ক্ষেত্রে নম্বর কেটে নেওয়া হবে। উপান্তে প্রশ্নের মূল্যমান সূচিত আছে।

বিভাগ - ক

১। যে-কোনো **দু'টি** প্রশ্নের উত্তর দিন । ১০ × ২ = ২০

(ক) (অ) সমারফেল্ডের পরিবর্তন অনুযায়ী বিভিন্ন উপবৃত্তাকার কক্ষপথে ইলেকট্রনের শক্তির ফর্মুলা উপপাদন করুন।

(আ) হাইড্রোজেন পরমাণুর দৃশ্যমান বর্ণালীর (visible spectrum) দ্বিতীয় রেখার তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত ?

$[R_H = 1\cdot097 \times 10^7 \mathrm{m}^{-1}]$

(ই) হলুদ আলো (তরঙ্গদৈর্ঘ্য 560 nm) থেকে প্রতি সেকেণ্ডে নির্গত ফোটন কণার সংখ্যা নির্ণয় করুন। মনে করুন আলোটি 100 W-এর, সম-তরঙ্গ-দৈর্ঘ্যের আর 100% কার্যকর। ৪ + ৩ + ৩

(খ) (অ) হাইড্রোজেন পরমাণুর $1s$ কক্ষকের ব্যাসার্ধ বরাবর সম্ভাব্য ঘনত্ব কত ? H পরমাণুর $1s$ কক্ষকের ব্যাসার্ধ বরাবর তরঙ্গ অপেক্ষকের ফর্মুলা থেকে ঐ বিবৃতি উপপাদন করুন।

(আ) (n, l এবং m_l) কোয়ান্টাম সংখ্যাগুলি $\Psi = R(r)\,\Theta(\theta)\,\Phi(\theta)$ শ্রোডিংগার তরঙ্গ অপেক্ষক থেকে কিভাবে পাওয়া যায় দেখান। (কেবল বিবৃতি দিতে হবে)

(ই) 2×10^{-3} kg ভর বিশিষ্ট একটি বুলেট 300 ms^{-1} গতিতে চলমান। তার ডি ব্রগলী তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করুন।

(ঈ) একটি পরমাণুর ভূমিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ এবং $Z = 26$. 1s ইলেকট্রনটির Z_{eff} নির্ণয় করুন। একই গ্রুপে $1s$ ইলেকট্রনের shielding-এর প্রতিদান হল 0·30 । ৩ + ২ + ৩ + ২

(গ) (অ) পর্যায় সারণীর দ্বিতীয় পর্যায়ের মৌলগুলির সমকেন্দ্রিক দ্বি-পারমাণবিক অণুর শক্তিস্তরের সম্ভাব্য গুণগত MO চিত্র আঁকুন। এ প্রসঙ্গে দ্বি-পারমাণবিক অণুগুলির চুম্বকীয় এবং বন্ধন ক্রম সম্বন্ধে আলোচনা করুন।

(আ) VSEPR তত্ত্ব অনুযায়ী $IO_2F_2^-$-এর গঠন আঁকুন। এক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় মৌলটির সংকরায়ণ অনুমান করুন।

(ই) যখন ব্যাসার্ধ অনুপাত $\left(\frac{r+}{r-}\right)$ 0·225 এবং 0·414-এর মধ্যে থাকে তখন আয়নটির গঠন, সবর্গাংক সংখ্যা এবং আয়নীয় কেলাসের গঠনের প্রকার অনুমান করুন। ৬ + ২ + ২

(ঘ) (অ) 'নিউক্লিয়ার বন্ধন শক্তি' কাকে বলে ? He পরমাণুতে 2টি প্রোটন, 2টি নিউট্রন এবং 2টি ইলেকট্রন থাকে। পারমাণবিক ভরসংখ্যা অনুসারে H পরমাণুর ভর হল 1·007825 একক এবং নিউট্রনের ভর হল 1·008665 একক। He পরমাণুর বর্ণালীজনিত ভর 4·002603 একক। ভর ত্রুটি (mass defect) এবং কেন্দ্রকীয় বন্ধন শক্তি (nuclear binding energy) গণনা করুন।

[দেওয়া আছে $1 \text{ amu} = 1{\cdot}660 \times 10^{-27}$ kg]

(আ) কেন্দ্রকীয় বিগলন বিক্রিয়া (nuclear fusion reaction)-এর উপর টীকা লিখুন।

(ই) উদাহরণসহ রাসায়নিক সমীকরণগুলি লিখুন যখন একটি ত্বরণযুক্ত প্রোটন নিম্নলিখিতভাবে বিক্রিয়া করে ঃ

(p, n), (p, α) এবং (p, d)।

(১ + ৩) + ৩ + ৩

বিভাগ - খ

২। যে-কোনো **তিনটি** প্রশ্নের উত্তর দিন। ৬ × ৩ = ১৮

(ক) (অ) অর্থো-, মেটা- ও প্যারা- ডাইক্লোরোবেঞ্জিনের দ্বিমেরু ভ্রামকের মানের তুলনা করুন।
(C–Cl ≈ 1·40 D).

[পরের পৃষ্ঠায় দ্রষ্টব্য

(আ) CO-র প্রথম ঘূর্ণনজাত সংক্রমণের কম্পাঙ্ক 3·84235 cm^{-1}। CO-র বন্ধন দৈর্ঘ্য নির্ণয় করুন।

(দেওয়া আছে ঃ

$$I_{CO} = \frac{h}{8\lambda^2 BC} = \frac{6 \cdot 627 \times 10^{-34}}{8(3 \cdot 14)^2 \times 192 \cdot 175 \times 3 \times 10^8} \text{ kgm}^2$$)

৩ + ৩

(খ) (অ) কোনও অণুকে *IR* সক্রিয় হতে গেলে তার কি গুণ থাকা আবশ্যক ? >C=O ও >C = S গঠনগুলির প্রসারণ কম্পাঙ্কগুলি আলাদা কেন ?

(আ) N_2O ও CO_2-র প্রতিসম প্রসারণ, আনমন ও অপ্রতিসম প্রসারণের কম্পনের রামন ও *IR* গুণ (সক্রিয়তা) নির্দেশ করুন। ৪ + ২

(গ) (অ) হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা তত্ত্ব বিবৃত করুন ও তার ব্যাখ্যা দিন।

(আ) কোন ইলেকট্রনের অবস্থান H পরমাণুর প্রথম বোর ব্যাসার্ধের 0·01 Å-এর মধ্যে হতে গেলে তার গতির পরিমাপে ন্যূনতম অনিশ্চয়তা কত হবে ?

২ + ৪

(ঘ) (অ) কেন্দ্রকীয় খণ্ডকরণ বিক্রিয়া উদাহরণসহ বিবৃত করুন।

(আ) নিচের বিক্রিয়াগুলি সম্পূর্ণ করুন ঃ

$${}^{39}_{19}K + {}^{1}_{1}n \rightarrow \ldots\ldots + 2{}^{1}_{0}n$$

$$\ldots\ldots + \ldots\ldots \longrightarrow {}^{239}_{92}U + \gamma$$

(ই) নিউট্রন উজ্জীবন বিশ্লেষণের অতি সংক্ষিপ্ত বিবরণ দিন। ২ + ২ + ২

(ঙ) (অ) $H^{35}Cl$-এর কম্পনের কম্পাঙ্ক তরঙ্গ সংখ্যাতে $2990\ cm^{-1}$ । $D^{35}Cl$-এর কম্পনের কম্পাঙ্ক নির্ণয় করুন।

(আ) দ্বি-পারমাণবিক অণুর জন্য গুণগত জ্যাবলনস্কি চিত্রটি অঙ্কন করুন। চিত্রটিতে উত্তেজিত অবস্থায় বিভিন্ন ধরনের বিচ্ছুরণ এবং অবিচ্ছুরণ পদ্ধতিগুলি দেখান।

২$\frac{১}{২}$ + ৩$\frac{১}{২}$

(চ) (অ) কোন্ পারমাণবিক কক্ষকের ব্যাসার্ধ অপেক্ষক $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\ \sin\theta\cos\phi$, $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\sin\theta\sin\phi$ ও $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\ \cos\theta$ হয় ?

(আ) "হুণ্ডের সর্বাধিক বহুগুণতার ভিত্তি হল পরমাণুর কোন বিশেষ ইলেকট্রন বিন্যাসের বিনিময় শক্তি।" উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।

(ই) পাউলি তত্ত্ব বিবৃত করুন। ১$\frac{১}{২}$ + ৩ + ১$\frac{১}{২}$

বিভাগ - গ

৩। যে-কোনো **চারটি** প্রশ্নের উত্তর দিন । ৩ × ৪ = ১২

(ক) CO অণুর আণব কক্ষক শক্তি স্তরের চিত্র আঁকুন এবং অণুটির HOMO প্রকৃতি বর্ণনা করুন।

(খ) ^{235}U বিভাজনের মাধ্যমে 200 MeV শক্তি উৎপন্ন করে। 1 W শক্তি উৎপাদনের জন্য কতগুলি পরমাণু প্রয়োজন হবে ?

(গ) $^{35}Cl_2$-এর রামন বর্ণালীর দুটি স্টোকস্ রেখার মধ্যে শক্তি পার্থক্য $0{\cdot}9752\ cm^{-1}$। অণুটির বন্ধন দূরত্ব নির্ণয় করুন। [^{35}Cl -এর ভর $= 34\cdot9688\ u$]

(ঘ) C এবং H-এর আণবিক প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 2·591 এবং 1·028। দ্বিবন্ধন ও ষষ্ঠতলকের প্রতিসরণাঙ্ক যথাক্রমে 1·575 এবং – 0·15। পরীক্ষামূলক আণবিক প্রতিসরণাঙ্ক হচ্ছে 25·95 । বেঞ্জিনের গঠন যে সঠিক তা দেখান।

(ঙ) PCl_3F_2-এর গঠনটি যোজ্যতা বন্ধন তত্ত্ব (Valence Bond Theory) অনুযায়ী ব্যাখ্যা করুন।

(চ) *p*-type এবং *n*-type অর্ধপরিবাহী (semiconductors) বলতে কি বোঝেন ? উদাহরণসহ ব্যাখ্যা করুন।

(ছ) 'নিয়মমাফিক আধান' (formal charge) বলতে কি বোঝায় ? $OPCl_3$ অণুটির পরমাণুগুলির নিয়মমাফিক আধান নির্ণয় করুন।

(জ) রিডবার্গ ধ্রুবকের (R_H) রাশিমালাটি (expression) লিখুন। He^+ আয়নের ধ্রুবকটির মান নির্ণয় করুন।

(English Version)

Special credit will be given for precise and correct answer. Marks will be deducted for spelling mistakes, untidiness and illegible handwriting. The figures in the margin indicate full marks.

Group-A

1. Answer any *two* questions. 10 × 2 = 20

A. a) Derive the formula for the energy of electron in orbits of varying elipticity according to the Sommerfeld's modification.

b) What is the wavelength of second line in the visible spectrum of atomic hydrogen. [$R_H = 1 \cdot 097 \times 10^7 \, m^{-1}$].

c) Calculate the number of photons emitted per second by the yellow lamp (wavelength 560 nm). Consider that the lamp is of 100 W, monochromatic and 100% efficient. 4 + 3 + 3

B. a) What is the Radial probability density of 1*s* orbital of H atom ? Deduce the expression starting from formula of Radial wave function of 1*s* orbital of H.

b) State how the quantum numbers (*n*, *l* and m_l) are obtained from Schrödinger wave function $\Psi = R(r)\,\Theta(\theta)\,\Phi(\theta)$. [Give only statement]

c) Calculate the de Broglie wavelength of a bullet of mass 2×10^{-3} kg moving with a speed of 300 ms^{-1}.

d) Calculate the Z_{eff} for 1*s* electron of an atom of ground state electronic configuration $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ and *Z* = 26. Contribution to shielding for 1*s* is 0·30 in the same group.

3 + 2 + 3 + 2

C. a) Draw the possible qualitative MO energy level diagram for the homonuclear diatomic molecules of the elements in the 2nd period of periodic table. Hence discuss on the magnetic and bond orders of such diatomic molecules.

b) Draw the structure of the species $IO_2F_2^-$ according to VSEPR model. Hence predict the hybridisation of central element.

c) When the radius ratio $\left(\frac{r+}{r-}\right)$ lies in the range of 0·225 – 0·414 then predict the geometry of the ions, coordination no. and structural type of ionic crystals.

6 + 2 + 2

D. a) What is 'nuclear binding energy' ? The He atom has 2 protons, 2 neutrons and 2 electrons. In atomic mass unit, mass of H atom is 1·007825 u and mass of neutron is 1·008665 u. Spectroscopic mass of He atom is 4·002603 u. Calculate the mass defect and nuclear binding energy.

[Given 1 amu = $1\cdot660 \times 10^{-27}$ kg].

b) Write a note on nuclear fusion reaction.

c) Write down the examples of chemical equations when an accelerated proton reacts in the following manner :

(p, n), (p, α) and (p, d).

(1 + 3) + 3 + 3

Group - B

2. Answer any *three* questions. 6 × 3 = 18

A. a) Compare the dipole moments of *o*-dichlorobenzene, *m*-dichlorobenzene and *p*-dichlorobenzene.

(C – Cl ≈ 1·40 D).

b) Frequency of 1st rotational transition of CO is 3·84235 cm^{-1}. Find out the CO bond distance.

[Given : $I_{CO} = \frac{h}{8\lambda^2 BC} = \frac{6\cdot627\times10^{-34}}{8(3\cdot14)^2\times192\cdot175\times3\times10^8}$ kgm^2

3 + 3

B. a) What criteria should be essential for a molecule to be IR active ? Why the stretching frequencies of > C = O and > C = S groups are different ?

b) Indicate the Raman and IR activity of symmetric stretching, bending mode and asymmetric stretching vibrations of N_2O and CO_2. 4 + 2

C. a) State and explain Heisenberg's uncertainty principle.

b) What is the minimum uncertainty in the velocity determination of an electron if it is to be located within 0·01Å of the 1st Bohr radius of H atom. 2 + 4

D. a) Explain with example about nuclear spallation reaction.

b) Complete the following reactions :

$^{39}_{19}K + ^{1}_{1}n \rightarrow \ldots\ldots + 2^{1}_{0}n$

$\ldots\ldots + \ldots\ldots \longrightarrow ^{239}_{92}U + \gamma$

c) Give a very brief outline of neutron activation analysis. 2 + 2 + 2

E. a) The frequency of vibration of $H^{35}Cl$ in wave numbers is 2990 cm^{-1}. Calculate the frequency of vibration of $D^{35}Cl$?

b) Draw the qualitative Jabolonski diagram for a diatomic molecule and show all types of radiative and non-radiative processes of excited state.

$2\frac{1}{2} + 3\frac{1}{2}$

F. a) Which atomic orbitals have the radial functions $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\sin\theta\cos\phi$, $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\sin\theta\sin\phi$ and $\sqrt{\frac{3}{4\pi}}\cos\theta$?

b) "Exchange energy for a particular electronic configuration of an atom is the basis of Hund's rule of maximum multiplicity." Explain with example.

c) State Pauli principle. $1\frac{1}{2} + 3 + 1\frac{1}{2}$

Group - C

3. Answer any *four* questions. $4 \times 3 = 12$

A. Indicate the nature of HOMO of CO drawing the MO energy level diagram.

B. Fission of a ^{235}U produces 200 MeV energy. How many atoms are required for production of 1 W power ?

C. In the Raman spectrum of $^{35}Cl_2$, the energy difference between two Stokes lines is 0·9752 cm^{-1}. Calculate the bond distance of the molecule.

[Mass of $^{35}Cl = 34 \cdot 9688$ u]

D. Molar refractive indexes of C and H are 2·591 and 1·028 respectively. Refractive indexes of double bond and hexagon are 1·575 and –0·15 respectively. The experimental molar refraction is 25·95. Show that the structure of benzene is correct.

E. Explain the structure of PCl_3F_2 according to valence bond theory.

F. What are *p*-type and *n*-type semiconductors ? Explain with example.

G. What is meant by 'formal charge' ? Find the formal charges on the atom of $OPCl_3$ molecule.

H. Write down the expression of Rydberg constant (R_H). Find its value of the constant of He^+ ion.