

স্নাতক পাঠ্যক্রম ( B.D.P.)

শিক্ষাবর্ষান্ত পরীক্ষা ( Term End Examination )

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

ঐচ্ছিক পাঠ্যক্রম ( Elective Course )

রসায়ন ( Chemistry )

সপ্তম পত্র ( 7th Paper )

Physical Chemistry-II : ECH-7

সময় : দুই ঘণ্টা (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। উপাত্তে প্রশ্নের মূল্যমান সূচিত আছে।

বিভাগ - ক

যে-কোনো দু'টি প্রশ্নের উত্তর দিন :  $10 \times 2 = 20$ 

- ১। (ক) অনুমিতি ও আসন্নতা উল্লেখপূর্বক তাপগতীয় পদ্ধতি অনুসারে অনুদ্রায়ী দ্রাবের মোলাল গাঢ়ত্বের সাথে হিমাঙ্কের অবনমনের সম্পর্কটি উপপাদন করুন। ৬
- (খ)  $\text{NaCl-H}_2\text{O}$  সিস্টেমের দশাচিত্র সম্পূর্ণভাবে লেবেলসহ উপস্থাপনা করুন ও এর সাহায্যে বোঝান কিভাবে  $\text{NaCl}$ -এর উপস্থিতিতে বরফের গলনাঙ্ক কমে।

- ২। (ক) একটি মৃদু অ্যাসিড ও মৃদু ক্ষারের লবণের আর্দ্রবিশ্লেষণ ঘটলে, তার আর্দ্রবিশ্লেষণ ধ্রুবক  $K_h$  ও pH-র মানের সমীকরণ দুটি স্থাপন করুন। ৪
- (খ)  $25^\circ\text{C}$  উষ্ণতায় 25 ml 0.04 (M)  $\text{AlCl}_3$ , 25 ml 0.04 (M)  $\text{K}_2\text{SO}_4$  ও 50 ml 0.02 (M) ইউরিয়া মিশিয়ে প্রস্তুত দ্রবণের আয়নীয় মাত্রা নির্ণয় করুন। ৩
- (গ)  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3$  এই বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায়  $K_p$  এবং  $K_x$ -এর মান উপস্থাপন করুন ও তাদের আন্তঃসম্পর্ক নির্ণয় করুন। ৩
- ৩। (ক) লা-শ্যাটেলিয়ের নীতি অনুসারে একটি গ্যাসীয় বিক্রিয়ায় স্থির আয়তন ও স্থির চাপে একটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস যোগ করার প্রভাব আলোচনা করুন। ৩
- (খ) 960 K উষ্ণতায়,  
 $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$  গ্যাসীয় বিক্রিয়ার সাম্য ধ্রুবকের মান,  $K_p = 10$ ,  $\text{SO}_2$ -এর আংশিক চাপ যদি  $1 \times 10^{-3}$  atm,  $\text{O}_2$ -এর 0.2 atm ও  $\text{SO}_3$ -এর  $1 \times 10^{-4}$  atm হয়, তাহলে বিক্রিয়ার গিব্স মুক্ত শক্তির মান ( $\Delta_r G$ ) গণনা করুন ও বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে কিনা দেখান। ৪
- (গ)  $\text{HgI}_2$ -র দ্রাব্যতা জলে  $\text{S}_0$ ,  $\text{KNO}_3$  দ্রবণে  $\text{S}_1$ , লঘু  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  দ্রবণে  $\text{S}_2$  ও  $\text{KI}$  দ্রবণে  $\text{S}_3$ । দ্রাব্যতার মান ক্রমবর্ধমান রূপে সজ্জিত করুন ও কারণ লিখুন। ৩

- ৪। (ক) যে-কোনো একটি অ্যাসিড-ক্ষারক নির্দেশকের নাম দিন।  
জলীয় দ্রবণে তার আণবিক গঠনের রূপগুলি দেখান  
যার কারণে সে নির্দেশকরূপে কাজ করতে পারে।  
নির্দেশকটির জলীয় দ্রবণে সাম্যাবস্থাগুলি দেখান ও  
তাদের থেকে নির্দেশক ধ্রুবকের সমীকরণটি স্থাপন  
করুন। ৬
- (খ) 0.1 (M) Fe (II)-এর সাথে 0.1 (M) Ce(IV)-এর  
টাইট্রেশনের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াটি লিখুন ও  
বিজারণ বিভবদ্বয়ের গাণিতিক রূপ লিখুন। তুল্যাক্ষ  
বিন্দুতে ডিইং বিভবের মান আকস্মিক বৃদ্ধি পায় কেন  
ব্যাখ্যা করুন। ৪

## বিভাগ - খ

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

- ৫। ভ্যান্ট হফ সূত্রের তাপগতিক উপপাদন করুন। ৬
- ৬। (ক) উপযুক্ত উদাহরণ স্বরূপ উভমুখী বহুরূপতার ওপর  
টীকা লিখুন। ৩
- (খ) একটি জৈব পদার্থে  $5.53 \times 10^{-4} \text{ kg}$  ক্লোরোফর্মের  
 $3.40 \times 10^{-2} \text{ kg}$  তে দ্রবীভূত করলে দ্রবণের  
স্ফুটনাঙ্ক হয়  $334.55 \text{ K}$ । ক্লোরোফর্মের স্বাভাবিক  
স্ফুটনাঙ্ক  $334.20 \text{ K}$  এবং বাষ্পীভবনের লীন তাপ  
 $246.9 \text{ kJ/kg}$  হলে, জৈব পদার্থটির আণবিক গুরুত্ব  
কত? ৩

- ৭। (ক) ল্যা-শ্যাটেলিয়ার নীতির গাণিতিক সূত্রটি লিখুন ও দেখান  
যে স্থির চাপে, তাপের সাথে বিক্রিয়ার অগ্রগতির  
পরিবর্তন (ε) নিম্নোক্ত সমীকরণটি মেনে চলে।  
$$\left( \frac{\partial \varepsilon}{\partial T} \right)_P = \frac{\Delta H}{G_e'' T} \quad 8$$
- (খ) অ্যাসেটিক অ্যাসিডের সাথে NaOH ক্ষারকের  
টাইট্রেশনে দ্রবণের pH বিক্রিয়ার সাথে সাথে কিভাবে  
পরিবর্তিত হবে উপযুক্ত চিত্র সহকারে ব্যাখ্যা করুন। ২
- ৮। (ক) দুর্বল অ্যাসিড ও তীব্র ক্ষারের টাইট্রেশনে কোন্  
নির্দেশক ব্যবহার করা যেতে পারে ও কেন? ২
- (খ) বাফার ক্ষমতার ( $\beta$ ) সংজ্ঞা দিন ও তার গাণিতিক রূপ  
স্থাপন করুন। একটি মৃদু অ্যাসিড ও তার লবণের  
বাফারের জন্য — এর থেকে প্রমাণ করুন যে  $\beta$ -র মান  
সর্বাধিক হবে যখন  $C_{acid} = C_{salt}$ । ৪
- ৯। (ক) নিম্নে দেওয়া আয়ন/যৌগগুলি অ্যাসিড না ক্ষার লিখুন  
ও তাদের অনুবন্ধী অ্যাসিড/ক্ষার কি তা উল্লেখ করুন।  
 $\text{OH}^-$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{S}^{2-}$ ,  $\text{H}_3\text{O}^+$  ২
- (খ)  $10^{-8} \text{ (M)}$  NaOH দ্রবণের pH মান নির্ণয় করুন। ২
- (গ) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা ও ভৌত সাম্যাবস্থার মধ্যে তুলনা  
করুন। ২
- ১০। (ক) প্রথম ত্রমিক দশা রূপান্তর ও দ্বিতীয় ত্রমিক দশা  
রূপান্তরের মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করুন। দুই ক্ষেত্রেই  
একটি করে উদাহরণ দিন। ৩
- (খ) আদর্শ দ্রবণ হওয়ার প্রয়োজনীয় শর্তগুলি উল্লেখ করুন। ৩

## বিভাগ - গ

যে-কোনো চারটি প্রশ্নের উত্তর দিন।  $৩ \times ৪ = ১২$

- ১১। ধরুন ২ মোল বেঞ্জিন ও ২ মোল টলুইন মিশ্রিত করে একটি আবদ্ধ কাচের পাত্রে রাখা আছে। ২৯৮ K তাপমাত্রায় বেঞ্জিন ও টলুইনের বাষ্পচাপ যথাক্রমে  $1.25 \times 10^4$  Pa ও  $3.7 \times 10^3$  Pa হলে তরলের ওপরে বেঞ্জিনের, টলুইনের এবং তাদের মিশ্রণের বাষ্পচাপ কত? মিশ্রিত বাষ্প ডাল্টনের অংশপ্রেষ সূত্র মেনে চললে উক্ত বাষ্পে বেঞ্জিন ও টলুইনের মোল ভগ্নাংশ গণনা করুন। ৩
- ১২। ভ্যান্ট হফ গুণক কাকে বলে? একটি তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের নিম্নোক্ত সমীকরণটির উপস্থাপনা করুন:
- $$\alpha = \frac{i - 1}{n - 1}$$
- $\alpha \longrightarrow$  বিয়োজন গুণাঙ্ক
- $i \longrightarrow$  ভ্যান্ট হফ গুণক
- $n \longrightarrow$  তড়িৎবিশ্লেষ্যের একটি অণুর বিয়োজনের ফলে আয়ন সংখ্যা। ৩
- ১৩। রাসায়নিক সাম্যাবস্থার তিনটি বৈশিষ্ট্য আলোচনা করুন। ৩

- ১৪। ফসফরিক অ্যাসিড একটি ত্রিস্তরীয় অ্যাসিড যার ক্ষেত্রে তিনটি আয়নন ধ্রুবক বর্তমান। অনুক্রমী পর্যায়ে কেন এদের মান হ্রাস পায় লিখুন। এই অ্যাসিড ব্যবহার করে কিভাবে বাফার দ্রবণ প্রস্তুত করা যায় তা আলোচনা করুন। ৩
- ১৫। পটাশিয়াম ক্লোরাইডের সাথে সিলভার নাইট্রেটের টাইট্রেশনের তুল্যাঙ্ক বিন্দু নির্ণয় করার জন্য কিভাবে ফ্লুরেসসিন (fluorescein) অধিশোষণ নির্দেশক হিসাবে কাজ করে আলোচনা করুন। ৩
- ১৬। AgCl লবণের দ্রাব্যতা KCl-এর উপস্থিতিতে হ্রাস পায় ও KNO<sub>3</sub>-এর উপস্থিতিতে বৃদ্ধি পায়, ব্যাখ্যা করুন। ৩
- ১৭।  $A + B \longrightarrow C$  এই বিক্রিয়াটির ক্ষেত্রে  $\Delta_r G$  বনাম (E) (বিক্রিয়ার অগ্রগতি) লেখচিত্রটি আঁকুন ও ইঙ্গিত করুন, কোথায় বিক্রিয়াটি সম্মুখ দিশায় ও কোথায় বিপরীত দিশায় ঘটবে। ৩
- ১৮। সাধারণ ও বেকম্যান থার্মোমিটারের মধ্যে তুলনা করুন। ৩

## ( 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**

Answer any *two* questions.  $10 \times 2 = 20$

1. a) Thermodynamically establish the relation between the depression of freezing point ( $\Delta T_f$ ) and the molality of non-volatile solute. Mention the approximations and assumptions needed. 6
- b) Draw the labelled phase diagram of NaCl-H<sub>2</sub>O system and explain how melting temperature of ice can be reduced in the presence of NaCl. 4
2. a) For a salt of a weak acid and a weak base undergoing hydrolysis, deduce the expressions for hydrolytic constant  $K_h$  and pH of the solution. 4

- b) Calculate ionic strength of a solution formed by mixing 25 ml of 0.04 (M) AlCl<sub>3</sub>, 25 ml of 0.04 (M) K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> and 50 ml of 0.02 (M) urea at 25°C. 3
- c) Establish the expressions for  $K_p$  and  $K_x$  for the following reaction at equilibrium and establish the relationship between them :  
$$\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3.$$
 3
3. a) Keeping Le Chatelier's principle show the effect of addition of an inert gas to a gaseous reaction mixture at constant volume and pressure. 3

- b) For the gaseous reaction
- $$2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$$
- the equilibrium constant  $K_p = 10$  at 960 K. If the partial pressures of  $\text{SO}_2$  be  $1 \times 10^{-3}$  atm, that of oxygen be 0.2 atm and that of  $\text{SO}_3$  be  $1 \times 10^{-4}$  atm, calculate the value of Gibbs free energy ( $\Delta_r G$ ). Hence predict whether the reaction will be spontaneous or not. 4
- c) The solubility of  $\text{HgI}_2$  in water is  $S_0$ , in  $\text{KNO}_3$  solution is  $S_1$ , in dilute solution of  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$  is  $S_2$  and in KI is  $S_3$ . Arrange the solubilities in increasing order and justify your answer. 3

4. a) Name one acid-base indicator. Show its molecular structural forms in aqueous solution for which it can act as an indicator. Give the equilibrium in which the indicator exists and thereby deduce an expression for indicator constant. 6
- b) For the titration of 0.1 (M) Fe (II) using 0.1 (M) Ce(IV), give the redox reaction and mathematical expressions for the two reduction potentials. Explain why electrode potential rises suddenly at the equivalence point. 4

**Group-B**

Answer any *three* questions.  $6 \times 3 = 18$

5. Thermodynamically derive van't Hoff's law. 6
6. a) With a suitable example write short note on enantiotropy. 3

- b) When  $5.53 \times 10^{-4}$  kg of an organic compound is dissolved in  $3.40 \times 10^{-2}$  kg of chloroform, the boiling point of the solution is 334.55 K. If the normal boiling point of chloroform be 334.20 K and latent heat of vaporisation is 246.9 kJ/kg, calculate the molecular weight of the organic compound. 3
7. a) Give mathematical formulation of Le Chatelier's principle and establish that at constant pressure the degree of advancement of the reaction ( $\epsilon$ ) with temperature follows the following expression :
- $$\left( \frac{\partial \epsilon}{\partial T} \right)_P = \frac{\Delta H}{G_e'' T} \quad 4$$
- b) For titration of acetic acid with NaOH, explain the change in pH of the solution with the progress of the reaction with the help of a suitable diagram. 2

8. a) Name one indicator that may be used during the titration of a weak acid with a strong base and state why we can use it for the purpose. 2
- b) Define buffer capacity ( $\beta$ ). For a buffer formed by a weak acid and its salt, deduce the mathematical form of  $\beta$  and from that  $\beta$  is maximum when  $C_{acid} = C_{salt}$ . 4
9. a) For the following ions/compounds mention which are acid/bases and also mention their conjugate acids/bases :
- $$\text{OH}^{\ominus}, \text{NH}_3, \text{S}^{\ominus 2}, \text{H}_3\text{O}^{\oplus} \quad 2$$
- b) Find the pH of  $10^{-8}$  (M) NaOH solution. 2
- c) Compare chemical equilibrium with physical equilibrium. 2

10. (a) How can you differentiate between first order and second order phase transition ? Give one example in each case. 3
- (b) What are the necessary conditions for a solution to be an ideal. 3

**Group-C**

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

11. Assume that 2 moles of benzene and 2 moles of toluene are mixed and kept in a closed glass vessel. If at 298 K the vapour pressures of benzene and toluene are  $1.25 \times 10^4$  Pa and  $3.7 \times 10^3$  Pa respectively, then what will be the vapour pressure of benzene and toluene individually and the total vapour pressure of the two over the liquid mixture ? If the mixture of vapour follows the Dalton's law of partial pressure, then what is the mole fraction of benzene and toluene in the vapour phase ? 3

12. What is van't Hoff factor ? For an electrolyte prove that  $\alpha = \frac{i-1}{n-1}$

where,  $\alpha \longrightarrow$  degree of dissociation

$i \longrightarrow$  van't Hoff factor

$n \longrightarrow$  no. of ions formed during dissociation of one molecule of electrolyte. 3

13. Discuss the three characteristic features of chemical equilibrium. 3
14. Phosphoric acid is a tribasic acid characterized by three dissociation constants. Explain why the dissociation constant values decrease from  $K_1$  onwards. How can phosphoric acid be used to prepare a buffer ? 3
15. How does the adsorption indicator fluorescein help in detecting the equivalence point for the titration of KCl with  $\text{AgNO}_3$  ? 3

16. The solubility of AgCl is reduced in the presence of KCl but increases in the presence of  $\text{KNO}_3$ . Explain. 3

17.  $A + B \longrightarrow C$ .

For the above reaction give the plot for variation for  $\Delta_r G$  with  $\varepsilon$  (advancement of reaction). Indicate on the plot the region where forward reaction and backward reaction would take place. 3

18. Compare between an ordinary and a Beckmann thermometer. 3

---