

**The Open University of Sri Lanka**  
**Faculty of Natural Sciences**  
**B.Sc/ B. Ed Degree Programme**



<b>Department</b>	<b>: Chemistry</b>
<b>Level</b>	<b>: 03</b>
<b>Name of the Examination</b>	<b>: Final Examination</b>
<b>Course Title and - Code</b>	<b>: CYU3201 - Basic Principles of Chemistry II - (PART B)</b>
<b>Academic Year</b>	<b>: 2020/2021</b>
<b>Date</b>	<b>: 27.03.2022</b>
<b>Time</b>	<b>: 9.30 am- 11.30 am</b>

**General Instructions**

1. Read all instructions carefully before answering the questions.
2. This question paper consists of **three** questions in **Seven** pages.
3. Answer all the questions. All questions carry equal marks.
4. Answer for each question should commence from a new page.
5. Draw fully labelled diagrams where necessary
6. Involvement in any activity that is considered as an exam offense will lead to punishment
7. Use blue or black ink to answer the questions.
8. Clearly state your index number in your answer script

Gas constant (R) =  $8.314 \text{ J K}^{-1}\text{mol}^{-1}$

Avogadro constant =  $6.023 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Faraday constant (F) =  $96,500 \text{ C mol}^{-1}$

Planck's constant (h) =  $6.63 \times 10^{-34} \text{ J s}$

Velocity of light (c) =  $3.0 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Standard Atmospheric pressure =  $10^5 \text{ Pa (N m}^{-2}\text{)}$

Mass of an electron =  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

$\Delta G = -nFE$      $I = 0.5 \times \sum_j c_j Z_j^2$

$\log(\gamma_{\pm}) = -\frac{AZ^2\sqrt{I}}{1 + aB\sqrt{I}}$

$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$

Data:  $A = 0.509 \text{ dm}^{3/2} \text{ mol}^{-1/2}$

$aB = 1.25 \text{ dm}^{3/2} \text{ mol}^{-1/2}$

## Part B

(Recommended time 1 hour 30 min)

1. Answer all parts (a), (b), and (c).

(a), (b), සහ (c). සියළුම කොටස් වලට පිළිතුරු සපයන්න

(a) (i) Write down the mathematical expression for the first law of thermodynamics and define all the terms involved.

තාප ගති විද්‍යාවේ පළමු නියමයට අදාළ ගණිතමය සමීකරණය ලියා එහි සියළු පද හඳුන්වන්න.

(ii) Distinguish between the terms extensive property and intensive property? Which of the following properties are **extensive**; Heat capacity  $C_p$ , molar Internal energy, Kinetic energy, Gibbs free energy, molar Enthalpy, Pressure, Temperature in Kelvin සටනා ගුණ සහ වින්ති ගුණ අතර වෙනස පහදන්න. මින් කුමන ඒවා වින්ති ගුණ වන්නේද? පහත තාප ධාරිතාව  $C_p$ , මොලීය අභ්‍යන්තර ශක්තිය, වාලක ශක්තිය, ගිබ්ස් නිදහස් ශක්තිය, මොලීය එන්තැල්පිය, පීඩනය, උෂ්ණත්වය කෙල්වින් වලින්

(20 Marks)

(b) Under what conditions, if any, and to what type of systems will the following thermodynamic equations apply?

පහත තාප ගතික සමීකරණ කුමන පද්ධතියක භාවිතයේදී කුමන තත්වයන් අනුගමනය කළ යුතුද?

(i)  $q = nRT \ln V_2/V_1$

(ii)  $\ln P + Y \ln V = \text{constant}$

(iii)  $\Delta U = nC_{v,m} \Delta T$

(iv)  $\Delta S = \Delta H/T$

(20 Marks)

(c) (i) Starting from the first law of thermodynamics show that the heat change in an isochoric process is equal to the internal energy change, provided only expansion work is possible.

තාප ගති විද්‍යාවේදී පළමු නියමයෙන් පටන්ගෙන සම පරිමා (isochoric) ප්‍රසාරණයේදී තාප වෙනස අභ්‍යන්තර ශක්ති වෙනසට සමාන වන බව පෙන්වන්න.

(ii) The enthalpy change accompanying the formation of one mole of ammonia,  $\text{NH}_3(\text{g})$  from its elements at 300 K is - 46 kJ. Calculate the molar internal energy change, of formation of ammonia at 300 K. Assume ideal gas behavior.මූලද්‍රව්‍ය වලින්  $\text{NH}_3(\text{g})$  මොල එකක් 300 K දී උත්පාදනයට අදාළ එන්තැල්පි වෙනස -46 kJ වේ. වායුව පරිපූර්ණව හැසිරේ යයි උපකල්පනය කරමින්, 300 K දී ඇමෝනියා උත්පාදනයට අදාළ මොලීය අභ්‍යන්තර ශක්තිය ගණනය කරන්න.

- (iii) 100 moles of a diatomic gas ( $C_{v,m} = 5R/2$ ) at  $727^{\circ}\text{C}$  undergo a change of temperature to  $227^{\circ}\text{C}$  through a reversible adiabatic process. Final volume of the gas is  $10^6 \text{ dm}^3$ . Calculate

The change in enthalpy,  $\Delta H$

The change in entropy,  $\Delta S$

The initial volume of the gas

ද්වි පරමාණුක වායුවක මොල 100ක් ( $C_{v,m} = 5R/2$ ) උෂ්ණත්වය  $727^{\circ}\text{C}$  සිට  $227^{\circ}\text{C}$  දක්වා ප්‍රත්‍යාවර්තව ස්ථිර තාපීව ක්‍රියාවලියට බදුන් වේ. අවසාන වායු පරිමාව  $10^6 \text{ dm}^3$  නම් එන්තැල්පි වෙනස  $\Delta H$

එන්ට්‍රොපි වෙනස  $\Delta S$

ආරම්භක වායු පරිමාව ගණනය කරන්න.

(60 marks)

2. (a) Consider a hypothetical elementary reaction of the form  $A + 2B \longrightarrow C$

මූල ද්‍රව්‍යමය උපකල්පිත ප්‍රතික්‍රියාවක්  $A + 2B \longrightarrow C$  නම්

- (i) Write down the rate law / equation in terms of  $-\frac{d[A]}{dt}$  for the above reaction using the standard symbols (with  $k$  as the rate constant)

$k$  වේග නියතය වීට ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා  $-\frac{d[A]}{dt}$  සම්මත පද (symbols) යොදා ගනිමින් වේග සමීකරණය ලියන්න.

- (ii) Assuming that this reaction is carried out with an excess amount of B relative to A, **write down** the corresponding rate equation in terms of the **pseudo** rate constant ( $k^*$ ) of the reaction.

Aට සාපේක්ෂව වැඩිපුර B ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සහභාගි වන්නේ නම් එයට අදාල වේග සමීකරණය ලියන්න. එහි දී ( $k^*$ ) [සියුඩෝ(Pseudo)] වේග නියතය වේ.

(16 marks)

- (b) The hydrolysis reaction between ethyl acetate ( $88.0 \text{ g mol}^{-1}$ ) and sodium hydroxide is found to be first order with respect to each of the reactants.

ඊතයිල් ඇසිටේට් ( $88.0 \text{ g mol}^{-1}$ ) සහ සෝඩියම් හයිඩ්‍රොක්සයිඩ් අතර සජලීකරන ප්‍රතික්‍රියාව එක් එක් සංඝටකයට සාපේක්ෂව පලමු පෙල වන්නේ නම්

- (i) Write down the chemical equation for the above hydrolysis reaction.

ඉහත ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා රසායනික සමීකරනය ලියන්න

- (ii) Write down the general rate expression for this reaction, assuming that the initial concentrations of both the reactants are same and equal to " $b$ "  $\text{mol dm}^{-3}$  and that the concentration of the ester reacted at any time,  $t$ , is " $x$ "  $\text{mol dm}^{-3}$ .

මෙම ප්‍රතික්‍රියාව සඳහා සාමාන්‍ය වේග සමීකරනය ලියන්න.

" $b$ "  $\text{mol dm}^{-3}$  යනු ප්‍රතික්‍රියා දෙකෙහි ආරම්භක සාන්ද්‍රණයන් සහ  $t$  කාලයකදී ප්‍රතික්‍රියා කරන ප්‍රමාණය සාන්ද්‍රනය " $x$ "  $\text{mol dm}^{-3}$  ලෙස ගන්න.

- (c) In carrying out the above kinetic experiment, you have been asked to mix  $10.00 \text{ cm}^3$  of the ester (density =  $0.88 \text{ g cm}^{-3}$  at  $300 \text{ K}$ ) with distilled water and  $1.0 \text{ M NaOH}$  such that the total volume is  $250.0 \text{ cm}^3$  and, that the concentration of  $\text{NaOH}$  is equal to that of the ester in the reaction mixture.

ඉහත වාලක විද්‍යාත්මක පරීක්ෂණයකදී එස්ටර  $10.00 \text{ cm}^3$  කට (සනත්වය =  $0.88 \text{ g cm}^{-3}$  at  $300 \text{ K}$  දී)  $1.0 \text{ M NaOH}$  ආප්‍රාත ජලය එක් කල විට මුළු පරිමාව  $250.0 \text{ cm}^3$  වන්නේ නම්  $\text{NaOH}$  සහ එස්ටරයේ සාන්ද්‍රණයන් සමාන වන්නේ නම්

- (i) Determine the initial concentration of ester in the reaction mixture.

ආරම්භක එස්ටරයේ සාන්ද්‍රණය නිර්ණය කරන්න.

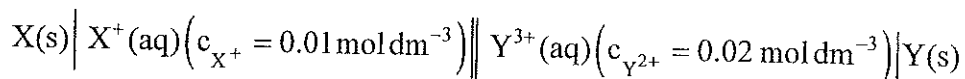
- (ii) Calculate the volume of  $1.0 \text{ M NaOH}$  that you are expected to add

එක් කල යුතු  $1.0 \text{ M NaOH}$  පරිමාව ගණනය කරන්න.

(34 marks)

- (d) A cell diagram for the cell constructed by a student is shown below.

ශිෂ්‍යයකු විසින් ගොඩ නගන ලද කෝෂයක කෝෂ සටහන පහත දී ඇත.



X and Y are metals. At  $25^\circ \text{C}$ , the student found out that the emf assigned to the above cell diagram to be  $1.56 \text{ V}$ .

X සහ Y ලෝහ වේ. මෙම කෝෂ සටහනට අදාළ කෝෂයේ  $25^\circ \text{C}$  දී විද්‍යුත් ගාමක බලය  $1.56 \text{ V}$  වේ.

- (i) Write down the anode, cathode and cell reactions corresponding to the above cell diagram.

ඉහත කෝෂ සටහනට අදාළ ඇනෝඩ්, කැතෝඩ් සහ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාවන් ලියන්න.

- (ii) What is the charge number of the cell reaction you have written above?

ඉහත ලියන ලද කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාවේ ආරෝපණ අංකය කුමක්ද?

- (iii) Giving reasons state whether the cell reaction you have written is spontaneous or not.

ඉහත ලියන ලද කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ස්වයංසිද්ධවේද/නැත්ද යන්න හේතු දක්වමින් සඳහන් කරන්න.

- (iv) Calculate the Gibbs free energy change for the above-mentioned cell reaction.

ඉහත ලියන ලද කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාවට අදාළ ගිබ්ස් යෝජ්‍ය ශක්තිය ගණනය කරන්න.

(50 marks)

3. Answer any **TWO** parts out of (a), (b) and (c)

(a), (b) සහ (c) යන කොටස් වලින් ඕනෑම දෙකකට පිලිතුරු සපයන්න.

- (a) A student prepared a Galvanic cell by placing a rod of metal P in an aqueous solution of  $PY_2$  (in aqueous solutions  $PY_2$  is completely dissociated into  $P^{2+}$  and  $Y^{2-}$ ) placing a rod of metal Q in an aqueous solution of  $QY_2$  and bringing the electrical contact between the two solutions using a salt bridge. It was found that the electrode potentials to be  $-1.35$  V and  $-2.64$  V for the above mentioned electrodes involving metals P and Q, respectively at  $30^\circ\text{C}$ .  $PY_2$  and  $QY_2$  readily dissolve in water dissociating fully into ions.

ශිෂ්‍යයකු ගැල්වානික කෝෂයක් සෑදීම සඳහා P ලෝහමය කුරක් ජලීය  $PY_2$  ද්‍රාවණයකද Q ලෝහමය කුරක් ජලීය  $QY_2$  ද්‍රාවණයකද බහා ලීමෙන් පසු එයට විද්‍යුත් සම්බන්ධතාවයක් ලබා දෙන ලදී (ජලීය ද්‍රාවණයේදී  $PY_2$  සම්පූර්ණයෙන්ම  $P^{2+}$  සහ  $Y^{2-}$  බවට විභේදනය වේ). මෙම ද්‍රාවණ දෙක අතර සම්බන්ධතාවය ඇති කිරීමට ලවණ සේතුවක් සම්බන්ධ කරන ලදී.  $30^\circ\text{C}$  දී P සහ Q ඉලෙක්ට්‍රෝඩ වල විභවයන් පිලිවෙලින්  $-1.35$  V සහ  $-2.64$  V වේ.  $PY_2$  සහ  $QY_2$  ජලයේ දියවෙමින් සම්පූර්ණයෙන් විභේදනය වේ.

- (i) Using standard notation draw a cell diagram for the cell prepared by the student.

සම්මත අංකනය භාවිතා කරමින් ශිෂ්‍යයා පිලියෙල කල කෝෂයට අදාල කෝෂ සටහන අඳින්න.

- (ii) Write down the anode reaction, cathode reaction and cell reaction corresponding the cell diagram you have drawn.

කෝෂ සටහනට අදාල ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව, කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව සහ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව ලියන්න.

- (iii) What is the charge number of the cell reaction you have written above.

කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාවට අදාල ආරෝපණ අංකය කුමක්ද?

- (iv) Calculate the emf assigned to the cell diagram you have drawn under the experimental conditions at  $30^\circ\text{C}$ .

$30^\circ\text{C}$  පරීක්ෂණ තත්ව යටතේ ලියන ලද කෝෂයේ විද්‍යුත් ගාමක බලය (emf) ගණනය කරන්න.

- (v) Calculate the Gibbs free energy change for the cell reaction you have written under experimental conditions at  $30^\circ\text{C}$ .

$30^\circ\text{C}$  පරීක්ෂණ තත්ව යටතේදී ලියන ලද කෝෂයේ ගිබ්ස් යෝජ්‍ය ශක්තිය ගණනය කරන්න.

- (vi) Giving reasons identify the positive terminal of the Galvanic cell the student has prepared.

ශිෂ්‍යයා විසින් පිලියෙල කරන ලද ගැල්වානික කෝෂයේ ධන අග්‍රය හඳුනාගත් ආකාරය හේතු සහිතව පැහැදිලි කරන්න.

- (b) At 25°C, a student prepared a solution by dissolving  $K_3PO_4$  and  $KCl$  in water. The concentrations of  $K_3PO_4$  and  $KCl$  were  $0.200 \text{ mol dm}^{-3}$  and  $0.150 \text{ mol dm}^{-3}$ , respectively. [Assume  $K_3PO_4$  to be a strong electrolyte and disregard the reaction of  $PO_4^{3-}(aq)$  with water].

25°C දී ශිෂ්‍යයකු  $K_3PO_4$  සහ  $KCl$  වල ද්‍රාවණයක් සාදන ලදී. එම ද්‍රාවණයේ  $K_3PO_4$  සහ  $KCl$  වල සාන්ද්‍රණයන් පිලිවෙලින්  $0.200 \text{ mol dm}^{-3}$  සහ  $0.150 \text{ mol dm}^{-3}$  වේ.

[ $K_3PO_4$  ප්‍රභල විද්‍යුත් විච්ඡේද්‍යයක් වන ලෙස උපකල්පනය කර,  $PO_4^{3-}(aq)$  හා ජලය අතර ප්‍රතික්‍රියාව නොසලකා හරින්න).

- (i) Calculate the ionic strength of the solution prepared by the student assuming that the only ions in the solution are created by the dissolution of  $K_3PO_4$  and  $KCl$ .

$K_3PO_4$  සහ  $KCl$  පමණක් ජලයට අයන සපයන බව උපකල්පනය කර ශිෂ්‍යයා පිලියෙල කරන ලද ද්‍රාවණයේ අයනික ප්‍රභලතාව (strength) ගණනය කරන්න.

- (ii) Calculate the activity coefficients of potassium and phosphate ions in the above mentioned solution using Debye-Huckel limiting law.

Debye-Huckel නියමයට අනුව ඉහත ද්‍රාවණයේ පොටෑසියම් සහ පොස්පේට් අයනවල සක්‍රියත සංගුණකය (activity coefficients) ගණනය කරන්න.

- (iii) Calculate the activities of potassium and phosphate ions in the above mentioned solution.

ඉහත සඳහන් ද්‍රාවණයේ පොටෑසියම් සහ පොස්පේට් අයනවල සක්‍රියතාව (activities) ගණනය කරන්න.

(50 marks)

- (c) (I) Define the following as applied in studying Galvanic Cells.

ගැල්වානික කෝෂයක පහත දෑ අර්ථ දක්වන්න.

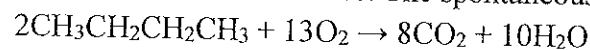
- (i) Capacity of a battery

බැටරියක ධාරිතාව

- (ii) Energy density of a battery.

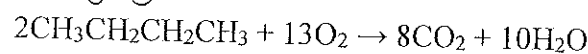
බැටරියක ශක්ති ඝනත්වය

- (II) A scientist constructed a fuel cell which uses butane as the fuel. The electrolytic medium of the cell is acidic. The spontaneous cell reaction is



He found out that the Gibbs free energy change for this cell reaction to be  $-5,400 \text{ kJ mol}^{-1}$ .

බියුටේන් භාවිතයෙන් විද්‍යාඥයෙක් ඉන්ධන කෝෂයක් නිර්මාණය කරන ලදී. විද්‍යුත් සන්නායකය කරන මාධ්‍යය ලෙස ආම්ලික මාධ්‍යය තෝරා ගන්නා ලදී. ස්වයංසිද්ධ කෝෂ ප්‍රතික්‍රියාව



ඉහත ප්‍රතික්‍රියාවට අදාළ ගිබ්ස් යෝජ්‍ය ශක්ති වෙනස වනුයේ  $-5,400 \text{ kJ mol}^{-1}$  නම්

- (i) Write down the spontaneous anode reaction and spontaneous cathode reaction.  
ස්වයංසිද්ධ ඇනෝඩ් ප්‍රතික්‍රියාව සහ කැතෝඩ් ප්‍රතික්‍රියාව ලියන්න.
- (ii) Deduce the charge number of this reaction.  
මෙම ප්‍රතික්‍රියාවට අදාළ ආරෝපණ අංකය නිර්ණය කරන්න.
- (iii) Calculate the largest potential difference that may be observed across the two terminals of this fuel cell.  
මෙම කෝෂයේ අග්‍ර දෙක අතර පෙන්වන විශාලම විද්‍යුත් විභව වෙනස ගණනය කරන්න.
- (iv) Calculate the rate of combustion of butane in units of  $\text{mol s}^{-1}$ , in this cell when a steady current of 15 A is drawn from it.  
මෙම කෝෂයෙන් ඇම්පියර් 15 A ඒකකාර ධාරාවක් ලබාගන්නා විට බියුටේන් වල දහනය වීමේ සක්‍රියතාව  $\text{mol s}^{-1}$  ඒකක වලින් ගණනය කරන්න.

(50 marks)

