Second Semester Examination
Academic Session 2020/2021

July 2021

EBB 160/3 – Kimia Fizikal Bahan Kejuruteraan
[Physical Chemistry of Engineering Materials]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE (12) printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS (12) muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instructions : Answer **FIVE (5)** questions. **Part A is COMPULSORY**. Answer **TWO (2)** questions from PART B. All questions carry the same marks.

*[**Arahan :** Jawab **LIMA (5)** soalan. **Bahagian A WAJIB dijawab**. Jawab **DUA (2)**soalan dari BAHAGIAN B. Semua soalan membawa jumlah markah yang sama.]*

In the event of any discrepancies, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunapakai].

PART A / *BAHAGIAN A*

(1). (a) Using an appropriate diagram, briefly explain the difference between the work done by a system during a multi-stage irreversible and reversible expansion.

Menggunakan diagram yang bersesuaian, terangkan secara ringkas perbezaan antara kerja yang dilakukan oleh sistem semasa pengembangan berbilang bagi peringkat berbalik dan tidak berbalik

(6 marks/*markah*)

(b) A system moves from state A to state B as shown in Figure 1. When the system takes path 1, 500 J of heat flow into the system and 200 J of work done by the system.

Suatu sistem bergerak dari keadaan A ke keadaan B seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1. Apabila sistem mengambil jalan 1, 500 J haba mengalir ke dalam sistem dan 200 J kerja dilakukan oleh sistem.

(i) Calculate the change of the internal energy.
Kirakan perubahan tenaga dalaman.

(2 marks/*markah*)

(ii) If the system takes path 2, 100 J of work is done by the system. How much heat flows into the system.

Jika sistem tersebut mengambil jalan 2, 100 J kerja dilakukan oleh sistem. Berapa banyak haba mengalir ke dalam sistem.

(2 marks/*markah*)

…3/-

(iii) Now the system returns from state B to state A via path 3. 100 J of work is done on the system. Calculate the heat flow.

Sekarang sistem tersebut kembali dari keadaan B kepada keadaan A melalui jalan 3. 100 J kerja dilakukan ke atas sistem. Kirakan aliran haba.

(2 marks/*markah*)

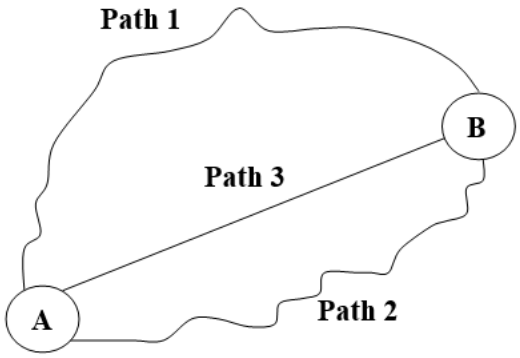

Figure 1 / *Rajah 1*

(c) Calculate the standard heat of formation of PbO from Pb and O_2 at 227°C from the following data:

Kira haba piawai bagi pembentukan PbO dari Pb dan O_2 pada 227°C daripada data berikut:

ΔH^{o}_{298} (PbO) = -219.24 kJ/mol

C_p (PbO) = 44.35 + 16.74 x 10^{-3} T J/K/mol

C_p (Pb) = 23.56 + 9.75 x 10^{-3} T J/K/mol

C_p (O_2) = 29.96 + 4.184 x 10^{-3} T - 1.67 x 10^{5} T^{-2} J/K/mol

(8 marks / *markah*)

…4/-

(2). (a). Define the molar conductivity (λ) of an electrolyte and specify the units.

Takrifkan kekonduksian molar (λ) suatu elektrolit dan nyatakan unitnya.

(2 marks/*markah*)

(b). The limiting molar conductivities of NaI, $NaCH_3CO_2$ and $Mg(CH_3CO_2)_2$ are 12.69 mS m^2 mol^{-1}, 9.10 mS m^2 mol^{-1}, 18.78 mS m^2 mol^{-1}, respectively at 25°C. Estimate the limiting molar conductivity of MgI_2 at this temperature.

Kekonduksian molar terhad bagi NaI, $NaCH_3CO_2$ dan $Mg(CH_3CO_2)_2$ adalah 12.69 mS m^2 mol^{-1}, 9.10 mS m^2 mol^{-1}, 18.78 mS m^2 mol^{-1}, masing-masing pada suhu 25°C. Angarkan kekonduksian molar had MgI_2 pada suhu ini.

(6 marks/*markah*)

(c). The values of Δ/S cm^2 mol^{-1} at 18°C are 124.25, 118, and 106.6 for NH_4NO_3; 234, 228, and 213 for KOH; and 123.7, 118.2 and 104.8 for KNO_3 at 0.001 M, 0.01M and 0.1M, respectively.

Nilai Δ / S cm^2 mol^{-1} pada suhu 18°C ialah 124.25, 118, dan 106.6 untuk NH_4NO_3; 234, 228, dan 213 untuk KOH; dan 123.7, 118.2 dan 104.8 untuk KNO_3 masing-masing pada 0.001 M, 0.01M dan 0.1M.

(i). Determine Δ_o for these substances
Cari Δ_o untuk bahan-bahan ini

(4 marks/*markah)*

(ii). Calculate Δ_o for NH_3 (aq). (Note that NH_3 can be written as NH_4OH for these calculations)

Hitung Δ_o untuk NH_3 (aq). (Perhatikan bahawa NH_3 boleh ditulis sebagai NH_4OH untuk pengiraan ini)

(4 marks/*markah)*

(iii). Given Δ/(S cm^2 mol^{-1}) = 28.0, 9.6 and 3.3 at 0.001M, 0.01M and 0.1M, respectively for NH_3 (aq), Calculate α for these concentrations and give comment.

Diberi Δ / (S cm^2 mol^{-1}) = 28.0, 9.6 dan 3.3 pada 0.001M, 0.01M dan 0.1M, masing-masing untuk NH_3 (aq), Hitung α untuk kepekatan tersebut dan berikan komen.

(4 marks/*markah*)

(3). (a). Define Reaction Kinetics.
Takrifkan Kinetik Tindakbalas

(4 marks/*markah)*

(b). In a second order reaction the half-life was found to be 30 minutes when the concentration was 0.1 M. Estimate the rate constant.

Dalam sesuatu tindakbalas tertib kedua, hayat separa didapati sebagai 30 minit semasa kepekatannya beradapa pada 0.1M. Anggarkan pemalar kadar.

(8 marks/*markah)*

…6/-

(c). The gas-phase reaction $2N_2O_5 \rightarrow 4\ NO_2 + O_2$, kinetics was found as:

$k = 2.05 \times 10^{13} \exp(-24.65\ kcalmol^{-1}/RT)s^{-1}$

Sesuatu tindakbalas fasa gas $2N_2O_5 \rightarrow 4\ NO_2 + O_2$ *, kinetiknya didapati sebagai:*

(i). Find the values of A, *Frequency factor constant* and E_a , Activation energy.
Cari nilai A, Pemalar faktor kekerapan dan E_a *, Tenaga Pengaktifan.*

(ii). Calculate k for 0^oC, if R is given as 1.987 cal/mol-K
Hitungkan k bagi 0^oC*, jika R diberi sebagai 1.987 cal/mol-K*

(8 marks/*markah*)

PART B / *BAHAGIAN B*

(4). (a) Briefly explain the importance of Clausius-Clapeyron equation.
Terangkan secara ringkas kepentingan persamaan Clausius-Clapeyron.

(4 marks/*markah*)

(b) Tin (Sn) transforms from grey to white tin at 286 K. The heat of transformation (ΔH_t) has been measured as 2.1 kJ/mol.

Timah (Sn) bertukar dari kelabu ke timah putih pada 286 K. Haba transformasi (ΔH_t) telah diukur iaitu 2.1 kJ / mol.

$$\text{Sn (grey, 286 K)} \rightarrow \text{Sn (white, 286 K)}$$

(i). Calculate the entropy change of the system (Tin).
Kirakan perubahan entropi dalam sistem tersebut (Timah).

(3 marks/*markah*)

(ii). Calculate the entropy change of the surroundings.
Kirakan perubahan entropi persekitaran.

(3 marks/*markah*)

(iii). Calculate the total entropy change of the universe (system + surroundings).

Kirakan perubahan entropi keseluruhan semesta (sistem + persekitaran)

(4 marks/*markah*)

…8/-

(c). Calculate the enthalpy for this reaction:
Kirakan entalpi untuk tindakbalas berikut:

$$2C(s) + H_2(g) \rightarrow C_2H_2(g)$$

Given the following thermochemical equations:
Diberikan persamaan termokimia seperti berikut:

$C_2H_2(g) + (5/2)O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + H_2O(\ell)$ $\Delta H° = -1299.5$ kJ

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g)$ $\Delta H° = -393.5$ kJ

$H_2(g) + (1/2)O_2(g) \rightarrow H_2O(\ell)$ $\Delta H° = -285.8$ kJ

(6 marks/*markah*)

(5). (a). Briefly explain the types of thermodynamic systems. Give ONE example for each type of the system.

Terangkan secara ringkas jenis-jenis sistem termodinamik. Berikan SATU contoh bagi setiap jenis sistem.

(6 marks/*markah*)

(b). Chromium and carbon in stainless steel form chromium carbide at 600^oC. Show by thermodynamic calculation which of the metals among Si, Ti, and V should be alloyed to stainless steel so as to prevent the formation of chromium carbide.

Kromium dan karbon hadir dalam keluli tahan karat membentuk kromium karbida pada 600^oC. Tunjukkan melalui pengiraan termodinamik yang mana satukah antara logam-logam Si, Ti dan V yang perlu dialoikan kepada keluli tahan karat bagi menghalang pembentukan kromium karbida.

…9/-

Given / *Diberi:*

$3Cr+2C= Cr_3C_2$

ΔG^o= -87,027 -16.74T J

Si +C=SiC

ΔG^o = -53,430 -6.95 T J

V + C = VC

ΔG^o = -83,680 -6.69 T J

Ti +C =TiC

ΔG^o = -188,280 +11.71 T J

(4 marks/*markah*)

(c). One mole of supercooled liquid copper crystallizes to solid copper spontaneously at a constant temperature of 1000 K. Calculate the heat released during this process. The following thermodynamics informations are given about copper:

Satu mol cecair super-dingin kuprum menghablur kepada pepejal kuprum secara spontan pada suhu tetap 1000 K. Kirakan haba yang dibebaskan semasa proses tersebut. Maklumat termodinamik mengenai kuprum adalah seperti berikut:

The melting point of copper (at 1 atm) / *Takat lebur kuprum (pada 1 atm)* = 1356 K

The latent heat of fusion at 1356 K / *Haba pendam pelakuran pada 1356 K* = 13 kJ/mol

…10/-

The heat capacity of solid copper at 1 atm / *Kapasiti haba kuprum pepejal pada 1 atm* = $22.6 – 6.3 \times 10^{-3}$ T J mol^{-1} K^{-1}

The heat capacity of the super-cooled copper melt / *Kapasiti haba cecair super-dingin kuprum* = 31.4 J mol^{-1} K^{-1}

(10 marks/*markah*)

(6). (a). Solvation for salt in water needs energy to separate the ions in salt lattice. With the aid of diagram explain why the polarity of water is useful for solvation process of NaCl salt. Based on this concept, explain why the hydration shell of sodium larger than potassium

Pelarutan garam di dalam air memerlukan tenaga untuk memisahkan ion dari kekisi garam. Dengan bantuan gambarajah yang sesuai, terangkan mengapa kekutuban air adalah penting dalam proses pelarutan garam NaCl. Berdasarkan konsep ini, jelaskan mengapa cengkerang penghidratan natrium lebih besar daripada kalium

(8 marks/*markah)*

(b). A dry cell involves reaction at one electrode in which Zn (s) is oxidized to $Zn(OH)_2$, whereas at another electrode MnO_2 reduced to MnOOH(s) in the presence of NH_4Cl generating NH_3 (aq). The reaction equation is given as follow:

Suatu sel kering melibatkan tindak balas pada satu elektrod dimana Zn dioksidakan ke Zn (OH)2, manakala di elektrod lain MnO2 diturunkan kepada MnOOH (s) dengan kehadiran NH4Cl lalu menghasilkan NH3 (aq). Persamaan tindakbalas di beri seperti berikut:

…11/-

Oxidation reaction: $Zn\ (s) + 2\ OH^-\ (aq) \rightarrow Zn(OH)_2\ (s) + 2e^-$

Tindak balas pengoksidaan: $Zn\ (s) + 2\ OH^-\ (ak) \rightarrow Zn(OH)_2\ (p) + 2e^-$

Reduction reaction: $MnO_2(s) + NH_4^+\ (aq) + e^- \rightarrow MnOOH\ (s) + NH_3\ (aq)$

Tindak balas Pengurangan: $MnO_2(s) + NH_4^+\ (ak) + e^- \rightarrow MnOOH\ (p) + NH_3\ (ak)$

Calculate the minimum mass of reactants (Zn, MnO_2, NH_4Cl, OH^-) for the dry cell if it is to generate 0.01A for 10h for the following reactions? Given atomic weight of Zn, Mn, O, N, H, and Cl are 65.37, 54.94, 16, 14.01, 1.01, and 35.45 unit respectively

Kirakan jisim minimum reaktan (Zn, MnO_2, NH_4Cl, OH^-) untuk sel kering jika ia menjana 0.01A selama 10 h untuk tindak balas tersebut? Diberi berat atom Zn, Mn, O, N, H, dan Cl adalah 65.37, 54.94, 16, 14.01, 1.01 dan 35.45, unit masing-masing

(12 marks/*markah*)

(7). (a). For the reaction : $2H_2O_2\ (aq) \rightarrow 2H_2O\ (l) + O_2\ (g)$, the initial concentration of the reactant is 0.5 M and its concentration after 5 minutes is 0.3 M. Calculate the rate of H_2O_2 decomposition.

Untuk tindakbalas $2H_2O_2\ (aq) \rightarrow 2H_2O\ (l) + O_2\ (g)$, kepekatan awal untuk bahan tindakbalas didapati 0.5M dan menjadi 0.3M selepas 5 minit. Kirakan kadar penyahkomposisi H_2O_2.

(4 marks/*markah)*

(b). The rate constant for the decomposition of N_2O_5 at 45°C is 5.0 x 10^{-4} s^{-1}. If activation energy of this reaction is 102 $kJmol^{-1}$ at 45°C, calculate the collision frequency of the reaction at 45°C.

Pemalar kadar untuk penyahkomposisi N_2O_5 pada 45°C adalah 5.0 x 10^{-4} s^{-1}. Jika tenaga pengaktifan tindakbalas adalah 102 $kJmol^{-1}$ pada 45°C, kirakan kekerapan pelanggaran tindakbalas pada 45°C.

(8 marks/*markah)*

(c). 75% of the first-order reaction was completed in 32 minutes. Estimate the time taken for 50% of the reaction to be completed ?

75% daripada tindakbalas tertib pertama dilengkapkan dalam 32 minit. Anggarkan masa yang diambil untuk melengkapkan 50% tindakbalas yang sama.

(8 marks/*markah)*

- oooOooo -