
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2009/2010 Academic Session

April/May 2010

EKC 108 – Physical And Analytical Chemistry
[Kimia Fizik Dan Kimia Analitis]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages and ONE printed page of Appendix before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi SEBELAS muka surat yang bercetak dan SATU muka surat Lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

Instruction: Answer **FOUR (4)** questions. Answer any **TWO (2)** questions from Section A and answer any **TWO (2)** questions from Section B. All questions carry the same marks.

Arahan: Jawab **EMPAT (4)** soalan. Jawab mana-mana **DUA (2)** soalan dari Bahagian A. Jawab mana-mana **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].

...2/-

Section A : Answer any TWO questions.

Bahagian A: Jawab mana-mana DUA soalan.

1. [a] What is a state function and give an example.
Apakah fungsi keadaan dan berikan satu contoh. [2 marks/markah]
- [b] Determine the net force needed to bring an object that is travelling at 90 km/h to a full stop in a distance of 100 m. The mass of the object is 1400 kg.
Tentukan daya bersih yang diperlukan untuk memberhentikan suatu objek yang sedang bergerak pada 90 km/j secara sepenuhnya dalam jarak 100 m. Jisim objek tersebut ialah 1400 kg. [4 marks/markah]
- [c] Liquid water is vaporized at 100°C and 1.013 bar. The heat of vaporization is 40.69 kJ mol⁻¹. What are the values of
Air dalam bentuk cecair diwapkan pada 100°C dan 1.013 bar. Haba pengewapan ialah 40.69 kJ mol⁻¹. Apakah nilai bagi
- [i] W_{rev} per mole
W_{rev} per mol
- [ii] q per mole
q per mol
- [iii] ΔU
- [iv] ΔH
- [v] ΔS for the water and the ΔS for the system
ΔS untuk air dan ΔS untuk sistem [10 marks/markah]
- [d] Using the Table of Standard Reduction Potentials, predict whether a reaction takes place, and if so, give a balanced reaction equation.
Dengan menggunakan Jadual Keupayaan Penurunan Piawai, ramalkan sama ada tindakbalas berlaku. Jika ya, berikan persamaan tindakbalas seimbang.
- [i] Ag(s) + HCl(aq) →
- [ii] Mg(s) + FeSO₄(aq) → [5 marks/markah]
- [e] 20 g of an unknown solid is dissolved in 125 g of water at 25°C. What is the molecular weight of the solid if the observed vapor pressure was 21.72 torr and pure water usually has a vapor pressure of 23.76 torr at this temperature?
20 g suatu pepejal tak diketahui dilarutkan dalam 125 g air pada 25°C. Apakah berat molekul pepejal jika tekanan wap yang diperhatikan ialah 21.72 torr dan air tulen biasanya mempunyai tekanan wap sebanyak 23.76 torr pada suhu yang sama? [4 marks/markah]

2. [a] Calculate the energy required to lift 2000 kg of chemicals in an elevator for the following situations:

Kirakan tenaga yang diperlukan untuk mengangkut 2000 kg bahan kimia dalam sebuah lif untuk keadaan berikut:

- [i] between the first and the second floor
antara tingkat pertama dan tingkat kedua
- [ii] between the third and the fourth floor
antara tingkat ketiga dan tingkat keempat
- [iii] between the first and the fourth floor
antara tingkat pertama dan tingkat keempat

The vertical distance between each floor is 4.5 m.
Jarak menegak antara setiap tingkat ialah 4.5 m.

[6 marks/markah]

- [b] Determine the power required for the above process 2.[a].[i]. occurring in 2 s.
Tentukan kuasa yang diperlukan untuk proses 2.[a].[i]. di atas yang berlaku dalam 2 saat.

[3 marks/markah]

- [c] The molar Gibbs energy of tribromomethane (CHBr_3), decreases by 4.44 kJ mol^{-1} when the temperature is increased from 288 to 308 K. Determine the molar entropy of tribromomethane.

Tenaga Gibbs molar tribromometana (CHBr_3), menurun sebanyak 4.44 kJ mol^{-1} apabila suhu dinaikkan dari 288 ke 308 K. Tentukan entropi molar tribromometana.

[3 marks/markah]

- [d] The below two half-cells are connected under standard conditions to make an electrochemical cell.

Dua sel-separuh berikut disambungkan dalam keadaan piawai untuk menghasilkan suatu sel elektrokimia.

iron-iron (II) ion ($\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}$) and lead-lead (II) ion ($\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}$)
besi-ion-besi (II) ($\text{Fe}|\text{Fe}^{2+}$) dan plumbum-ion-plumbum (II) ($\text{Pb}|\text{Pb}^{2+}$)

- [i] write the equation for each half-reaction that will occur.
tuliskan persamaan untuk setiap tindakbalas-separuh yang akan berlaku.
- [ii] label each half-reaction as oxidation or reduction.
labelkan setiap tindakbalas-separuh sebagai pengoksidaan atau penurunan.

- [iii] calculate the voltage of the electrochemical cell.
kirakan voltan sel elektrokimia tersebut.
- [iv] write the net overall balanced redox equation.
tuliskan persamaan redoks seimbang keseluruhan bersih.
- [v] sketch a cell diagram and label clearly.
lakarkan satu gambarajah sel dan labelkan dengan jelas.

[8 marks/markah]

- [e] An ideal solution is prepared by mixing 15.6 g of toluene ($C_6H_5CH_3$) and 136.2 g of butan-1-ol (C_4H_9OH) at $25^\circ C$. The vapour pressure of pure butan-1-ol is 885 Pa at this temperature. Calculate the partial pressure of butan-1-ol in the vapour above the mixture.

Suatu larutan unggul disediakan dengan mencampur 15.6 g toluena ($C_6H_5CH_3$) dan 136.2 g butan-1-ol (C_4H_9OH) pada $25^\circ C$. Tekanan wap butan-1-ol tulen ialah 885 Pa pada suhu ini. Kirakan tekanan separa butan-1-ol dalam wap di atas campuran tersebut.

[5 marks/markah]

3. [a] In a manufacturing process, product are rolling down an inclined surface. Estimate the height from which the product must be released so that, as it reaches a velocity of 2.5 m/s. Neglect rolling friction.

Dalam suatu proses pembuatan, produk bergolek menuruni suatu permukaan condong. Anggarkan ketinggian dari mana produk mesti dilepaskan supaya ianya mencapai halaju 2.5 m/s. Abaikan geseran golek.

[5 marks/markah]

- [b] One mole of N_2 at $25^\circ C$ and 1 bar is expanded reversibly and isothermally to a pressure of 0.132 bar.

Satu mol N_2 pada $25^\circ C$ dan 1 bar dikembangkan secara berbalik dan isoterma sehingga tekanan 0.132 bar.

- [i] How much work is done on the gas?
Berapa banyakkah kerja yang dilakukan ke atas gas tersebut?
- [ii] How much work is done on the gas if it is expanded against a constant pressure of 0.132 bar.
Berapa banyakkah kerja yang dilakukan ke atas gas tersebut jika ia dikembangkan terhadap suatu tekanan malar sebanyak 0.132 bar?

[5 marks/markah]

- [c] Three moles of an ideal gas expand isothermally and reversibly from 90 L to 300 L at 300 K.

Tiga mol suatu gas unggul mengembang secara isoterma dan berbalik dari 90 L ke 300 L pada 300 K.

- [i] Calculate ΔU and q for this system
Kirakan ΔU dan q untuk sistem ini
- [ii] If the expansion is carried out irreversible by allowing the gas to expand into an evacuated container, what are the values of ΔU and q per mole.

Jika pengembangan dilakukan secara tak berbalik dengan membenarkan gas mengembang ke dalam suatu bekas kosong, apakah nilai-nilai ΔU dan q per mol.

[5 marks/markah]

- [d] [i] An electrochemical cell is created using gold and magnesium half-cells. Determine which half-cell will undergo oxidation and which will undergo reduction, identify anode and cathode, and calculate the voltage for the cell. You do not need to sketch the cell.

Suatu sel elektrokimia direka dengan menggunakan sel-sel separuh emas dan magnesium. Tentukan sel-separuh manakah yang akan mengalami pengoksidaan dan sel-separuh manakah yang akan mengalami penurunan. Kenalpasti anod dan katod serta kirakan voltan sel tersebut. Anda tidak perlu melakar gambarajah sel tersebut.

- [ii] If the mass of the magnesium electrode changes by 5.0 g, what will be the change in mass of the gold electrode, and will its mass increase or decrease?

Jika jisim elektrod magnesium berubah sebanyak 5.0 g, apakah perubahan jisim elektrod emas? Adakah jisim elektrod tersebut meningkat atau menurun?

[5 marks/markah]

- [e] [i] If you add 45 grams of sodium chloride to 500 grams of water, what will the melting and boiling points be of the resulting solution? $K_b(\text{H}_2\text{O}) = 0.52^\circ\text{C/molal}$ and $K_f(\text{H}_2\text{O}) = 1.86^\circ\text{C/molal}$.

Jika anda menambah 45 gram sodium klorida kepada 500 gram air, apakah takat lebur dan takat didih larutan yang terhasil? $K_b(\text{H}_2\text{O}) = 0.52^\circ\text{C/molal}$ dan $K_f(\text{H}_2\text{O}) = 1.86^\circ\text{C/molal}$.

- [ii] What is the vapor pressure of the solution in problem 3.[e].[i]. at 25°C ? The vapor pressure of pure water at 25°C is 3.17 kPa.

Apakah tekanan wap larutan dalam soalan 3.[e].[i]. pada 25°C ? Tekanan wap air tulen pada 25°C ialah 3.17 kPa.

[5 marks/markah]

Section B : Answer any TWO questions.

Bahagian B: Jawab mana-mana DUA soalan.

4. [a] Define the following terms:
Takrifkan istilah-istilah berikut:
- [i] light absorption
serapan cahaya
 - [ii] absorbance
keserapan
 - [iii] percent transmittance
peratus hantaran
 - [iv] molar absorptivity
keterserapan molar
 - [v] wave number
Nombor gelombang
- [5 marks/markah]*
- [b] The amount of monochromatic radiation absorbed by a sample is described by Beer's law.
Amaun radiasi monokromatik yang diserap oleh sampel diperihalkan sebagai Hukum Beer.
- [i] Explain Beer's law.
Jelaskan Hukum Beer.
 - [ii] Describe and compare different causes for deviations from Beer's law. Distinguish between real and apparent deviation.
Hurai dan bandingkan sebab sisihan dari Hukum Beer. Bandingkan di antara sisihan sebenar dan sisihan ketara.
 - [iii] Discuss the effect of the slit width on the resolution of a spectrophotometer and the adherence of Beer's law.
Bincangkan kesan lebar lekah ke atas kebezajelasan spektrofotometer yang mematuhi dengan Hukum Beer.
- [12 marks/markah]*

- [c] [i] Several spectrophotometers have scales that are read either in absorbance or in percent transmittance. What would be the absorbance reading at 20% transmittance? What would be the percentage transmittance reading at 0.25 absorbance?

Beberapa spektrofotometer mempunyai skala yang boleh dibaca sama ada dalam keserapan atau peratus hantaran. Apakah bacaan keserapan pada 20% hantaran? Apakah bacaan peratus hantaran pada keserapan 0.255?

- [ii] A 20 ppm solution of a DNA molecule (unknown molecular weight) isolated from *E.coli* was found to give an absorbance of 0.80 in a 2 cm cell. Calculate the absorptivity of the molecule.

Larutan 20 ppm bagi molekul DNA (berat molekul yang tidak diketahui) yang dipencilkan daripada E.coli didapati mempunyai keserapan 0.80 di dalam sel 2 sm. Kirakan kemenyerapan bagi molekul tersebut.

- [iii] Titanium is reacted with hydrogen peroxide (H_2O_2) in 1 M sulfuric acid (H_2SO_4) to form a coloured complex. If a 2.00×10^{-5} M solution absorbs 31.5% of the radiation at 415 nm, what would be the absorbance, transmittance and percent absorption of 6.00×10^{-5} M solution?

Titanium bertindak balas dengan hidrogen peroksida (H_2O_2) di dalam 1 M asid sulfurik (H_2SO_4) untuk membentuk kompleks yang berwarna. Sekiranya larutan 2.00×10^{-5} M menyerap 31.5% daripada sinaran pada 415nm, apakah keserapan, hantaran dan peratus serapan bagi larutan 6.00×10^{-5} M?

[8 marks/markah]

5. [a] The following data are for a liquid chromatographic column:
Data berikut adalah untuk turus kromatografi cecair:

Length of packing <i>Panjang padatan</i>	24.7 cm
Flow rate <i>Kadar aliran</i>	0.313 ml/min.
V_M	1.37 ml
V_S	0.164ml

A chromatogram of a mixture of species A, B, C and D provided the following data:

Kromatogram bagi campuran spesis A, B, C dan D diberikan di dalam data berikut:

...8/-

	Retention time, min. <i>Masa tahanan, min.</i>	Width of Peak Base (W), min. <i>Lebar dasar puncak, min.</i>
Non retained <i>Tiada tahanan</i>	3.1	-
A	5.4	0.41
B	13.3	1.07
C	14.1	1.16
D	21.6	1.72

Calculate:

Kirakan:

- [i] the number of plates from each peak.
nombor plat bagi setiap puncak.
- [ii] the mean and the standard deviation.
purata dan sisihan piawai.
- [iii] the plate height for the column.
ketinggian plat bagi turus.
- [iv] the capacity factor for B and C.
faktor muatan bagi B dan C.
- [v] the partition coefficient for B and C.
pekali sekatan bagi B dan C.
- [vi] the selectivity factor for B and C.
faktor keterpilihan bagi B dan C.
- [vii] the length of column necessary to separate the two species with a resolution of 1.5.
panjang turus yang sesuai untuk memisahkan kedua-dua spesis dengan kebezajelasan 1.5.

[12 marks/markah]

- [b] [i] List the variables that lead to zone broadening.
Senaraikan pembolehubah yang menyebabkan pelebaran zon.
- [ii] Name two general methods for improving the resolution of two substances on a chromatographic column.
Namakan 2 kaedah am untuk mempertingkatkan kebezajelasan bagi 2 bahan di turus kromatograf.

[5 marks/markah]

...9/-

- [c] Figure Q.5.[c]. describes the schematic diagram of a gas chromatograph.
Rajah S.5.[c]. menunjukkan gambar skema bagi kromatografi gas.

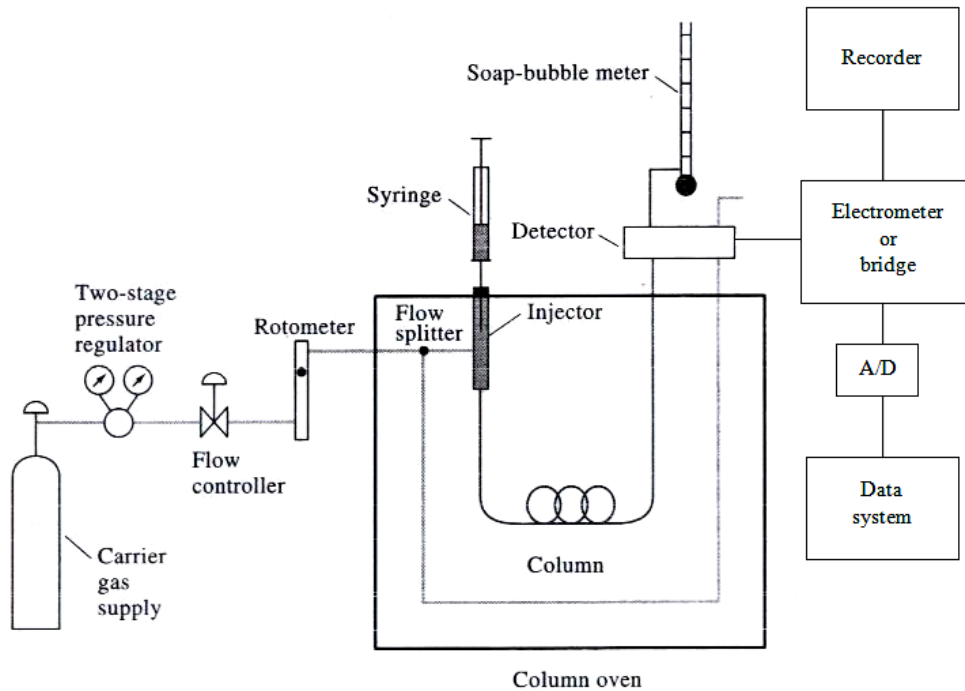


Figure Q.5.[c]. Schematic diagram of a gas chromatograph.
Rajah S.5.[c]. Gambarajah skema bagi kromatografi gas.

- [i] Name the carrier gases that can be used in gas chromatography (GC).
Namakan gas pembawa yang digunakan di dalam kromatografi gas (GC).
- [ii] State the functions and how does a soap-bubble flow meter work?
Nyatakan fungsi dan bagaimana meter alir buih sabun berfungsi?
- [iii] What the advantages and limitations of thermal conductivity and flame ionization detectors.
Apakah kelebihan dan kekurangan bagi keberaliran terma dan pengesan pengionan bernyala.
- [vi] List the variables that lead to band broadening and band separation in gas-liquid chromatography.
Senaraikan pembolehubah-pembolehubah yang menjurus ke arah pelebaran dan pemisahan jalur di dalam kromatografi gas-cecair.
 [8 marks/markah]

...10/-

6. [a] Differentiate between:
Bezakan di antara:
- [i] an exhaustive extraction and a counter-current extraction.
pengekstrakan habis-habisan dan pengekstrakan arus berlawanan.
- [ii] a distribution coefficient and a distribution ratio.
pekali agihan dan nisbah agihan.
- [4 marks/markah]
- [b] Compare the characteristics and advantages of high performance liquid chromatography and gas liquid chromatography.
Bandingkan ciri-ciri dan kelebihan kromatografi cecair berprestasi tinggi dan kromatografi cecair gas.
- [6 marks/markah]
- [c] [i] State the fundamental difference between ion-exchange and size-exclusion chromatography.
Nyatakan perbezaan asas di antara kromatografi pertukaran ion dan kromatografi pengasingan-saiz.
- [ii] What types of species that can be separated by high performance liquid chromatography but not by gas-liquid chromatography?
Apakah jenis spesis yang boleh dipisahkan oleh kromatografi cecair berprestasi tinggi tetapi bukan oleh kromatografi gas-cecair.
- [5 marks/markah]
- [d] Calculate the minimum distribution coefficient that permits removal of 99% of a solute from 50 ml of water with two 25 ml extractions with cyclohexane.
Kirakan pekali agihan minimum yang membenarkan penyingkiran 99% bahan larut daripada 50 ml air dengan dua kali pengekstrakan 25 ml dengan sikloheksana.
- [3 marks/markah]
- [e] Calculate the volume, in micro-liters, of a sample zone HPLC corresponding to 1 mm in a column of internal diameter of 2.1 mm and 4.6 mm. Assuming that the mobile phase occupies 65% of the column volume.
Kirakan isipadu dalam mikro-liter, bagi zon sampel HPLC yang sejajar dengan 1 mm di dalam turus yang bergaris pusat dalaman 2.1 mm dan 4.6 mm. Andaikan fasa bergerak meliputi 65% daripada isipadu turus.
- [3 marks/markah]

...11/-

- [f] If the optimum volumetric flow rate for a 4.6 mm internal diameter column is 1.5 ml/min with 5 μm particles, what would it be for a 2.1 mm internal diameter column with the same particles? How much solvent would be consumed for a 10 min separation for each sample?

Sekiranya kadar aliran isipadu optima bagi turus bergaris pusat dalaman 4.6 mm ialah 1.5 ml/min dengan zarah 5 μm , apakah kadar bagi turus bergaris pusat dalaman 2.1 mm dengan zarah yang sama? Berapa banyakkah pelarut yang mesti digunakan untuk pemisahan 10 min bagi setiap sampel.

[4 marks/markah]

- oooOooo -

Appendix

Values for R, the ideal gas law constant

R= 0.08205 L.atm/mol.K

0.08314L.bar/mol.K

1.987 cal/mol.K

8.314 J/mol.K

62.36 L.torr/mol.K

Standard Electrode Potentials in Aqueous Solution at 25 °C

Half-reaction	E ⁰ (V)
$F_2(g) + 2e^- \rightarrow 2F^-$	2.87
$Co^{3+} + e^- \rightarrow Co^{2+}$	1.82
$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au(s)$	1.50
$Cl_2(g) + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	1.36
$O_2(g) + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O(l)$	1.23
$Br_2(l) + 2e^- \rightarrow 2Br^-$	1.07
$2Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$	0.92
$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg(l)$	0.85
$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag(s)$	0.80
$Hg_2^{2+} + 2e^- \rightarrow 2Hg(l)$	0.79
$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	0.77
$I_2(s) + 2e^- \rightarrow 2I^-$	0.53
$Cu^+ + e^- \rightarrow Cu(s)$	0.52
$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu(s)$	0.34
$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	0.15
$Sn^{4+} + 2e^- \rightarrow Sn^{2+}$	0.15
$S(s) + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2S(g)$	0.14
$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$	0.00
$Pb^{2+} + 2e^- \rightarrow Pb(s)$	-0.13
$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn(s)$	-0.14
$Ni^{2+} + 2e^- \rightarrow Ni(s)$	-0.25
$Co^{2+} + 2e^- \rightarrow Co(s)$	-0.28
$Tl^+ + e^- \rightarrow Tl(s)$	-0.34
$Cd^{2+} + 2e^- \rightarrow Cd(s)$	-0.40
$Cr^{3+} + e^- \rightarrow Cr^{2+}$	-0.41
$Fe^{2+} + 2e^- \rightarrow Fe(s)$	-0.44
$Cr^{3+} + 3e^- \rightarrow Cr(s)$	-0.74
$Zn^{2+} + 2e^- \rightarrow Zn(s)$	-0.76
$Mn^{2+} + 2e^- \rightarrow Mn(s)$	-1.18
$Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al(s)$	-1.66
$Be^{2+} + 2e^- \rightarrow Be(s)$	-1.70
$Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg(s)$	-2.37
$Na^+ + e^- \rightarrow Na(s)$	-2.71
$Ca^{2+} + 2e^- \rightarrow Ca(s)$	-2.87
$Sr^{2+} + 2e^- \rightarrow Sr(s)$	-2.89
$Ba^{2+} + 2e^- \rightarrow Ba(s)$	-2.90
$Rb^+ + e^- \rightarrow Rb(s)$	-2.92
$K^+ + e^- \rightarrow K(s)$	-2.92
$Cs^+ + e^- \rightarrow Cs(s)$	-2.92
$Li^+ + e^- \rightarrow Li(s)$	-3.05