

INDEX NO: .....

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination  
Academic Session 2009/2010

**KTT 111 – Inorganic Chemistry I**  
*[Kimia Takorganik I]*

Duration : 3 hours  
*[Masa : 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of THIRTY THREE pages of printed material before you begin the examination.

**Instructions:**

**Section A:** (40 marks) comprising 40 multiple-choice questions (MCQ), has to be answered within the first hour of the examination on the OMR answer sheet provided. The completed OMR answer sheet will be collected 1 hour after the commencement of the examination.

**Section B:** (60 marks) consists of essay-type questions. Answer any **THREE** (3) questions. If a candidate answer more than three question only the first three questions in the answer sheet will be graded.

Answers each question on a new page.

You may answer the questions either in Bahasa Malaysia or in English.

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

**Appendix:** Table of relative atomic mass and physical constants.

**SECTION B (60 marks)****[TIME: 2 HOURS]****This section contains FIVE questions.****Answer any THREE questions.**

Only the first THREE questions answered in the answer book will be marked. Supporting data constants needed for the questions are included on the last page.

You must start each question on a new page.

1. (a) The Balmer series in the hydrogen spectrum originates from transitions between  $n = 2$  states and higher states. Calculate the wavelength of the first three lines in the Balmer series for  $\text{Li}^{2+}$ .  
(10 marks)
- (b) Suppose we have a carbon atom that has had all of its orbiting electrons removed except one. Do you expect the first Bohr orbit to be larger or smaller than it was in a hydrogen atom and by what factor? Explain why you would expect this to be so.  
(6 marks)
- (c) An unknown element was analyzed to determine its identity. From the data below, determine the identity of this element. If the data is inconclusive, give the possibilities of the element.
  - (i) The ion  $\text{Y}^{2+}$  was found to have no unpaired electrons
  - (ii) The ion  $\text{Y}^{2-}$  was found to have two unpaired electrons.
  - (iii) The element was representative, a weak conductor of electricity and had a metallic luster.(4 marks)

2. The copper(II) ion was complexed with an organic ligand, L as shown in equation (1):



Each molecule of L has one atom of sulfur. The following analysis was carried out on the complex,  $\text{CuL}_n$ : A sample of the complex with a mass of 0.2356 g was burned in excess oxygen to give gaseous  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , and  $\text{SO}_2$ . These gases were passed through 50.0 mL (an excess) of an acidified 0.0200 M  $\text{KMnO}_4$  solution, which caused the  $\text{SO}_2$  to be oxidized to  $\text{SO}_4^{2-}$ . Next, 50.0 mL of 0.0300 M  $\text{SnCl}_2$  (an excess) was added to the solution to reduce all the excess  $\text{KMnO}_4$ . The excess  $\text{Sn}^{2+}$  was then titrated with 6.24 mL of 0.0010 M  $\text{KMnO}_4$  to reach the end point.

- (i) Write the balanced equation for all the chemical reactions taking place in solution.
- (ii) Calculate the percentage of sulfur in the complex.
- (iii) If the molar mass of L is  $200.2 \text{ g mol}^{-1}$ , what is the value of n in the complex?

(20 marks)

3. (a) How does nuclear fission differ from nuclear fusion? Explain with at least one example for each. Why are both of these processes exothermic?

(5 marks)

- (b) The iodine that enters the body is stored in the thyroid gland from which it is released to control growth and metabolism. The thyroid gland can be imaged if iodine-131 is injected into the body. In large doses, iodine-131 is also used as a means of treating cancer of the thyroid. Iodine-131 has a half-life of 8.70 d and decays by  $\beta$  emission. Emission of a gamma ray also accompanies the beta decay.

- (i) Write a balanced equation for the decay of iodine-131.
- (ii) How long will it take for 90.0 % of a dose of iodine-131 to decay?

(7 marks)

- (c) Some radio isotopes used as tracers make it possible for doctors to see the images of internal body parts and observe their functions. The table below gives information about three radio isotopes and the body part each radio isotope is used to study.

| Radioisotope      | Half-life | Mode of decay        | Part of the body   |
|-------------------|-----------|----------------------|--------------------|
| $^{24}\text{Na}$  | 15 h      | $\beta^-$ (emission) | Circulatory system |
| $^{111}\text{In}$ | 2.81 d    | $\beta^-$ (capture)  | Imaging tumors     |
| $^{18}\text{F}$   | 110 min   | $\beta^+$ (emission) | Brain              |

- (i) Write the equation for the nuclear decay of the radioisotope used to study the circulatory system and tumors. Include both the atomic number and the mass number for each missing particle.
- (ii) It could take up to 50 hours for a radioisotope to be delivered to the hospital from the laboratory where it was produced. What fraction of the original sample of  $^{24}\text{Na}$  remains unchanged if it took another 12 hours before being used?
- (iii) The isotope  $^{18}\text{F}$  is produced in a cyclotron by bombarding  $^{18}\text{O}$  with a proton. Write balanced equations showing the production of  $^{18}\text{F}$  and its decay.

(8 marks)

4. (a) The table below lists the dimensions  $a$  in Angstrom ( $\text{\AA}$ ) of several halides of potassium. These halides adopt NaCl structure at  $25\text{ }^\circ\text{C}$ . Calculate the ionic radius of each of the halide ions.

| Halide | Dimension $a$ ( $\text{\AA}$ ) |
|--------|--------------------------------|
| KCl    | 6.29294                        |
| KBr    | 6.60000                        |
| KI     | 7.06555                        |

(6 marks)

- (b) Draw the structure of  $\text{CaF}_2$ . Describe the type of lattice adopted by each of the component ions. State the nearest neighbours of each component ions.

(6 marks)

- (c) Voids or interstitial holes are common in closed-packed layers of identical closed-packed spheres. Describe and identify these voids with the aid of sketches.

(8 marks)

5. Solid aluminium chloride,  $\text{AlCl}_3$ , vapourised to form  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  dimer when heated. The dimer reacted with phosphine,  $\text{PH}_3$ , to form addition compound  $\text{Cl}_3\text{Al}:\text{PH}_3$ . The formation of both the dimer and the addition compound involved dative covalent bond.

- (a) What is dative covalent bond?

(2 marks)

- (b) In the form of Lewis structures, write a balanced equation to show the role or involvement of dative covalent bond(s) in the formation of

(i) the  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  dimer from  $\text{AlCl}_3$  and

(ii) the addition compound,  $\text{Cl}_3\text{Al}:\text{PH}_3$  from the reaction between  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  and  $\text{PH}_3$ .

(8 marks)

- (c) Using the valence shell electron pair repulsion (VSEPR) bonding theory and with respect to Al central atom, describe the transformation of molecular geometry from  $\text{AlCl}_3$  to the  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  dimer and to the addition compound  $\text{Cl}_3\text{Al:PH}_3$ .

(10 marks)

## TERJEMAHAN

---

### **Arahan:**

**Bahagian A:** (40 markah) mengandungi 40 soalan berbentuk objektif (MCQ), perlu dijawab dalam masa 1 jam pertama di dalam borang jawapan OMR yang disediakan. Borang OMR akan dikutip satu jam selepas peperiksaan bermula.

**Bahagian B:** (60 markah) mengandungi soalan bertulis. Jawab **TIGA** (3) soalan. Jika calon menjawab lebih daripada tiga soalan, hanya tiga soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Jawab setiap soalan pada muka surat yang baru.

Anda dibenarkan menjawab soalan ini sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.

Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.

**Appendix:** Jadual jisim atom relatif dan data pemalar fizikal.

**BAHAGIAN B (60 markah)****[MASA: 2 JAM]****Bahagian ini mengandungi LIMA soalan.****Jawab sebarang TIGA soalan**

Hanya TIGA jawapan yang pertama akan diperiksa. Data pemalar fizikal disertakan dalam Lampiran.

Jawab setiap soalan pada muka surat yang baru.

1. (a) Siri Balmer pada spektrum hidrogen berasal daripada peralihan di antara tahap  $n = 2$  dan tahap yang lebih tinggi. Kirakan jarak gelombang bagi tiga baris pertama di dalam siri Balmer bagi  $\text{Li}^{2+}$ .  
(10 markah)
- (b) Andaikan terdapat atom karbon yang telah dilucutkan semua elektron yang mengelilinginya kecuali satu. Adakah anda jangka orbit Bohr pertama akan menjadi lebih besar atau lebih kecil daripada orbit Bohr pertama untuk atom hidrogen dan dengan faktor apa? Terangkan.  
(6 markah)
- (c) Suatu unsur yang tidak diketahui telah dianalisis untuk menentukan identitinya. Daripada data berikut, tentukan identiti unsur tersebut. Sekiranya data tidak lengkap, berikan kemungkinan identiti unsur tersebut.
  - (i) Ion  $\text{Y}^{2+}$  didapati tidak mempunyai elektron tidak berpasangan.
  - (ii) Ion  $\text{Y}^{2-}$  didapati mempunyai dua elektron tidak berpasangan.
  - (iii) Unsur itu daripada kumpulan utama, mempunyai kekonduksiaan elektrik yang lemah dan mempunyai kilauan logam.  
(4 markah)



2. Ion kuprum(II) telah dikomplekskan dengan ligan organik L, seperti mana dalam persamaan (1):



Setiap molekul L mengandungi satu atom sulfur. Analisis berikut telah dilakukan atas kompleks  $\text{CuL}_n$ : Satu sampel kompleks berjisim 0.2356 g telah dibakar dengan oksigen berlebihan untuk menghasilkan gas  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ , dan  $\text{SO}_2$ . Gas yang terhasil telah di lalukan ke dalam 50.0 mL (berlebihan) larutan berasid 0.0200 M  $\text{KMnO}_4$ , yang mengakibatkan  $\text{SO}_2$  dioksidakan kepada  $\text{SO}_4^{2-}$ . Seterusnya, 50.0 mL 0.0300 M  $\text{SnCl}_2$  (berlebihan) telah ditambah untuk menurunkan semua  $\text{KMnO}_4$  yang berlebihan. Ion  $\text{Sn}^{2+}$  yang berlebihan itu dititratkan dengan 6.24 mL 0.0010 M  $\text{KMnO}_4$  untuk mencapai takat akhir.

- (i) Tuliskan persamaan tindak balas yang seimbang bagi semua tindak balas yang berlaku di dalam larutan.
- (ii) Kirakan peratus sulfur di dalam kompleks.
- (iii) Jika jisim molar L adalah  $200.2 \text{ g mol}^{-1}$ , berapakah nilai n di dalam kompleks?

(20 markah)

3. (a) Bagaimanakah proses pembelahan nuklear berbeza daripada proses lakuran nuklear? Terangkan dengan memberi satu contoh untuk setiap satu. Mengapakah kedua proses in merupakan eksotermik?

(5 markah)

- (b) Iodin yang masuk dalam badan disimpan dalam kelenjar tiroid dari mana ia dibebaskan untuk mengawal pertumbuhan dan metabolisme. Kelenjar tiroid boleh diimej jika iodin-131 disuntik ke dalam badan. Dalam dos yang besar iodin-131 diguna untuk mengubat barah tiroid. Iodin-131 mempunyai jangka setengah hayat 8.70 jam dan menyusut melalui pemancaran sinar  $\beta^-$ . Pemancaran sinar gama akan diikuti oleh penyusutan  $\beta^-$ .

- (i) Tuliskan persamaan seimbang bagi penyusutan iodin-131.
- (ii) Berapa lamakah akan diambil oleh satu dos iodin-131 untuk menyusut sebanyak 90.0 %?

(7 markah)

...33/-

- 33 -

- (c) Isotop yang diguna sebagai unsur surih membolehkan doktor melihat imej bahagian dalam badan dan memerhatikan fungsinya. Jadual di bawah memberikan tiga radio isotop serta penggunaannya untuk mengkaji bahagian badan tertentu.

| Radio isotop      | Setengah hayat | Mod penyusutan             | Bahagian badan        |
|-------------------|----------------|----------------------------|-----------------------|
| $^{24}\text{Na}$  | 15 jam         | $\beta^-$<br>(pemancaran)  | Sistem perairan darah |
| $^{111}\text{In}$ | 2.81 hari      | $\beta^-$<br>(penangkapan) | Imej tumor            |
| $^{18}\text{F}$   | 110 min        | $\beta^+$<br>(pemancaran)  | Otak                  |

- (i) Tuliskan persamaan nuklear bagi penyusutan radio isotop yang diguna untuk mengkaji sistem pengedaran darah dan tumor. Tunjukkan nombor atom dan nombor jisim bagi semua jasad.
- (ii) Ia mungkin mengambil selama 50 jam bagi radio isotop untuk sampai ke hospital daripada makmal ia dihasilkan. Berapakah pecahan asal suatu sampel  $^{24}\text{Na}$  yang masih wujud jika ia mengambil 12 jam sebelum ia digunakan?
- (iii) Isotop  $^{18}\text{F}$  dihasilkan dalam siklotron melalui tembakan  $^{18}\text{O}$  dengan proton. Tuliskan persamaan seimbang yang menunjukkan pembuatan dan penyusutan  $^{18}\text{F}$ .

(8 markah)

4. (a) Jadual di bawah menyenaraikan dimensi  $a$  dalam Angstrom ( $\text{\AA}$ ) beberapa halida kalium. Halida ini berstrukturkan NaCl pada  $25^\circ\text{C}$ . Kira setiap jejari ion halida.

| Halida | Dimensi $a$ ( $\text{\AA}$ ) |
|--------|------------------------------|
| KCl    | 6.29294                      |
| KBr    | 6.60000                      |
| KI     | 7.06555                      |

(6 markah)

- (b) Lukis struktur  $\text{CaF}_2$ . Terangkan jenis kekisi bagi setiap ion komponennya. Nyatakan bilangan jiran terdekat bagi setiap ion komponen itu.

(6 markah)

- (c) Ruang atau lubang antara adalah kebiasaan dalam lapisan padat rapat terdiri daripada sfera setara tersusun padat rapat. Terangkan dan kenalpasti ruang tersebut dengan berbantuan lakaran.

(8 markah)

5. Pepejal aluminium klorida,  $\text{AlCl}_3$ , mengewap membentuk dimer  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  apabila dipanaskan. Dimer ini bertindak balas dengan fosfina,  $\text{PH}_3$ , membentuk sebatian tambah  $\text{Cl}_3\text{Al}:\text{PH}_3$ . Pembentukan kedua-dua dimer dan sebatian tambah ini melibatkan ikatan kovalen datif.

- (a) Apakah ikatan kovalen datif?

(2 markah)

- (b) Dalam bentuk struktur Lewis, tuliskan persamaan berimbang yang menunjukkan peranan atau penglibatan ikatan kovalen datif semasa pembentukan

(i) dimer  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  daripada  $\text{AlCl}_3$  dan

(ii) sebatian tambah,  $\text{Cl}_3\text{Al}:\text{PH}_3$  daripada tindak balas antara  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  dan  $\text{PH}_3$ .

(8 markah)

- (c) Dengan menggunakan teori ikatan penolakan pasangan electron petala valens (VSEPR) dan berpandukan kepada Al sebagai atom pusat, terangkan transformasi geometri molekul daripada  $\text{AlCl}_3$  ke dimer  $\text{Al}_2\text{Cl}_6$  dan ke sebatian tambah  $\text{Cl}_3\text{Al}:\text{PH}_3$ .

(10 markah)

oooOOooo