

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

April 2008

**KIE 232 – Colloid And Surface Science**  
**[Sains Koloid Dan Permukaan]**

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

---

Please check that this examination paper consists of **NINE** printed pages before you begin the examination.

**Instructions:**

Answer **FIVE** (5) questions.

Answer to each question on a new page.

You may answer either in Bahasa Malaysia or in English.

If a candidate answers more than five questions, only the answers to the first five questions in the answer sheet will be graded.

...2/-

Answer FIVE (5) questions.

1. (a) Explain in detail the forces involved in physical adsorption. Sketch diagrams to support your explanation. (10 marks)

- (b) Specific surface area of the alumina particles can be determined using electron microscopy and nitrogen gas adsorption at 77 K. Show by mathematical equation how you can determine the specific surface area of the alumina using both methods. (10 marks)

2. (a) (i) Based on the capillary condensation theory, explain the hysteresis in the adsorption isotherm. (ii) Starting from the Young and Laplace equation, derive the Kelvin equation for a liquid in a cylindrical capillary. (10 marks)

- (b) The following data refer to the adsorption of n-butane at 25 °C on a non-porous solid sample

Pressure/ mm Hg	32.4	81.0	129.6	202.5	243.0	299.7
Volume of gas adsorbed, $V/\text{cm}^3$ (STP) $\text{g}^{-1}$	0.33	0.46	0.54	0.64	0.70	0.77

By using the BET equation, calculate the specific surface area of the solid.

Given: Saturation vapour pressure of n-butane,  $p_0 = 810$  mm Hg at 25 °C ; liquid density of n-butane,  $\rho = 1.243$   $\text{g cm}^{-3}$ ; relative atomic mass of H = 1, C = 12; Avogadro number,  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ .

(10 marks)

- 3 -

3. (a) (i) Briefly discuss the basic principles of surface analysis.  
(ii) Discuss briefly why a high vacuum condition ( $10^{-4} - 10^{-10}$  Torr) is essential in modern surface analysis especially those using electrons and ions as sources of irradiation.  
(7 marks)
- (b) (i) What is meant by interaction volume while the specimen is being struck with an electron beam?  
(ii) Briefly discuss the factors affecting the interaction volume.  
(iii) Sketch the region of the interaction volume that generates the secondary electrons, Auger electrons and X-rays.  
(8 marks)
- (c) What is meant by resolution in microscopic analysis? Briefly discuss why the energy resolution of a wavelength dispersive spectrometer (WDS) is much better than an energy dispersive spectrometer (EDS).  
(5 marks)
4. (a) X-ray photoelectron spectroscopy (XPS) is a surface analytical technique with the capability to measure the binding energy variation of an atom in its chemical environment.  
(i) Explain briefly the basic principles of XPS with the an emphasis on the source of irradiation and detection of the generated signal. Give an example of the XPS spectrum.  
(ii) What is meant by chemical shift in XPS? Describe briefly how chemical shift can be used to determine of molecular structure.  
(10 marks)
- (b) (i) What is an Auger electron and how is it generate?  
(ii) How is Auger electron analyzed? What kinds of information can be obtained from the analysis?  
(iii) Sketch the Auger transition of  $KL_2M_1$  and  $KL_1M_2$ . Which of these transition will produces of Auger electron of higher energy.  
(10 marks)

...4/-

5. (a) (i) What is secondary ion and how is it generated and analyzed?  
(ii) What kinds of information can be obtained by secondary ion mass spectroscopy (SIMS) analysis?  
(iii) What is meant by depth profiling analysis? How is depth profiling be carried out in SIMS.  
(10 marks)
- (b) (i) Describe briefly the principles of an Atomic Force Microscopy (AFM).  
(ii) What are the effect of the size of the probe tip and vacuum on the quality of AFM images?  
(iii) Explain the advantages and disadvantages of AFM as compared to scanning electron microscopy (SEM).  
(10 marks)
6. (a) Define colloids in terms of their unique physical features. State the differences between aerosols, emulsions, latex, and sols giving two examples of each.  
(8 marks)
- (b) Describe the following states of colloidal systems in terms of repulsive and attractive forces and their interactions. Sketch and label the relevant free energy curves to illustrate your answer.  
(i) Metastable  
(ii) Metastable with secondary minimum  
(iii) Unstable  
(12 marks)
7. Discuss TWO sources of repulsive forces that contribute to energy barriers in colloidal systems. Use diagrams and free energy sketches where necessary.  
(20 marks)

Jawab LIMA (5) soalan.

1. (a) Huraikan dengan lengkap daya-daya yang terlibat di dalam penjerapan fizik. Lakarkan gambarajah-gambarajah bagi membantu penjelasan anda.

(10 markah)

- (b) Luas permukaan tentu suatu zarah alumina boleh ditentukan dengan menggunakan kaedah mikroskopi elektron dan kaedah penjerapan gas nitrogen pada 77 K. Tunjukkan melalui persamaan matematik bagaimana menentukan luas permukaan tentu alumina tersebut dengan kedua-dua kaedah di atas.

(10 markah)

2. (a) (i) Berdasarkan kepada teori kondensasi rerambut terangkan histerisis di dalam isoterma penjerapan.

- (ii) Bermula dengan persamaan Young dan Laplace, terbitkan persamaan Kelvin bagi suatu cecair di dalam suatu rerambut silindris.

(10 markah)

- (b) Data berikut merujuk kepada penjerapan n-butana pada 25 °C ke atas sampel pepejal tak berliang

Tekanan/ mm Hg	32.4	81.0	129.6	202.5	243.0	299.7
Isipadu gas terjerap, V/ cm <sup>3</sup> (STP) g <sup>-1</sup>	0.33	0.46	0.54	0.64	0.70	0.77

Dengan menggunakan persamaan BET hitunglah luas permukaan tentu pepejal tersebut.

Diberi: Tekanan wap tepu n-butana,  $p_0 = 810$  mm Hg pada 25 °C ; ketumpatan cecair n-butana,  $\rho = 1.243$  g cm<sup>-3</sup>; jisim atom relatif H = 1, C = 12; nombor Avogadro,  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ .

(10 markah)

3. (a) (i) Bincangkan dengan ringkas prinsip analisis permukaan.
- (ii) Bincangkan dengan ringkas kenapa keadaan vakum yang tinggi ( $10^{-4}$  –  $10^{-10}$  Torr ) sangat perlu dalam analisis permukaan moden terutamanya yang menggunakan electron dan ion sebagai sumber pancaran.
- (7 markah)
- (b) (i) Apakah yang dimaksudkan dengan isipadu interaksi apabila specimen dihentam dengan pancaran elektron?
- (ii) Bincangkan dengan ringkas faktor yang mempengaruhi isipadu interaksi.
- (iii) Lukiskan kawasan isipadu interaksi yang mengeluarkan elektron sekunder, elektron Auger dan sinar-X.
- (8 markah)
- (c) Apakah yang dimaksudkan dengan resolusi dalam analisis mikroskopi? Jelaskan dengan ringkas kenapa resolusi tenaga pengesanan spektrometer serakan panjang gelombang (WDS) jauh lebih baik berbanding dengan pengesanan serakan tenaga (EDS).
- (5 markah)
4. (a) Spektroskopi fotoelektron sinar-X (XPS) merupakan teknik analisis permukaan yang boleh menentukan perubahan tenaga ikatan suatu atom dalam persekitaran kimianya.
- (i) Jelaskan dengan ringkas prinsip asas XPS dengan penekanan terhadap sumber pancaran dan pengesanan isyarat yang terhasil. Berikan satu contoh spektrum XPS.
- (ii) Apakah yang dimaksudkan dengan anjakan kimia dalam XPS? Jelaskan dengan ringkas bagaimana anjakan kimia ini boleh digunakan untuk menentukan struktur molekul.
- (10 markah)

- (b) (i) Apakah elektron Auger dan bagaimanakah ianya dihasilkan?  
(ii) Bagaimana elektron Auger dianalisis dan apakah maklumat yang dapat diperoleh daripada analisis tersebut?  
(iii) Lakarkan peralihan Auger bagi  $KL_2M_1$  dan  $KL_1M_2$ , peralihan yang manakah akan menghasilkan elektron Auger yang lebih tinggi tenaganya?  
(10 markah)
5. (a) (i) Apakah ion sekunder dan bagaimanakah ianya dihasilkan dan dikesan?  
(ii) Apakah maklumat yang dapat diperoleh daripada analisis spektrometri jisim ion sekunder (SIMS)?  
(iii) Apakah yang dimaksudkan dengan profil kedalaman? Bagaimana profil kedalaman boleh dilakukan pada SIMS.  
(10 markah)
- (b) (i) Jelaskan dengan ringkas prinsip asas mikroskop daya atom (AFM).  
(ii) Apakah kesan ukuran hujung prob dan vakum kepada kualiti imej AFM?  
(iii) Jelaskan apakah kelebihan dan kekurangan analisis AFM berbanding dengan mikroskop electron imbasan (SEM)?  
(10 markah)
6. (a) Takrif koloid dengan merujuk kepada ciri fizikal uniknya. Nyatakan perbezaan antara aerosol, emulsi, lateks, dan sol dengan memberikan dua contoh bagi setiapnya.  
(8 markah)

(b) Jelaskan keadaan sistem koloid dengan merujuk kepada daya tolakan dan tarikan dan interaksi antaranya. Lakar dan labelkan keluk tenaga untuk menjelaskan jawapan anda.

- (i) Metastabil
- (ii) Metastabil dengan minimum sekunder
- (iii) Tidak stabil

(12 markah)

7. Bincangkan DUA punca daya tolakan yang menyumbang kepada halangan-halangan tenaga dalam sistem koloid. Gunakan gambarajah dan lakaran tenaga bebas dimana perlu.

(20 markah)