

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

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

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

Instructions:

Answer any **FIVE** (5) questions.

You may answer the questions 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) Discuss briefly the basic principles of surface analysis by means of electron irradiation. Why high vacuum condition is essential in modern surface analysis especially those using electron and ion as a source of irradiation?
(10 marks)
- (b) Compositional analysis by means of electron probe microanalysis (EPMA) produces more accurate and quantitative analysis as compare to scanning electron microscopy with X- ray energy dispersive mode (SEM-EDX).
 - (i) Describe briefly how the X- ray is detected and analyzed in EPMA
 - (ii) Explain briefly the advantages and disadvantages of EPMA analysis as compared to SEM-EDX.
 - (iii) Explain, using diagrams, THREE types of artifacts or false X- ray signal that commonly occurs in SEM-EDX analysis.
(10 marks)
2. (a) What is meant by interaction volume when the specimen is being struck with an electron beam? Discuss briefly the factors affecting the interaction volume.
(8 marks)
- (b) (i) Describe briefly the basic principles of atomic force microscopy (AFM).
(iii) What are the effects of probe tip's size and vacuum on the quality of AFM images?
(iii) Explain the advantages and disadvantages of AFM analysis as compared to electron beam imaging techniques.
(12 marks)
3. Explain briefly the basic principles of the following surface analysis methods with emphasis on the source of irradiation, detection of the generated signal and its applications.
 - (i) Secondary ion mass spectrometry (SIMS)
 - (ii) Auger electron spectroscopy (AES)
 - (iii) Transmission electron microscopy (TEM).
(20 marks)

...3/-

- 3 -

4. (a) Explain four specific experimental tests to characterize whether a process is a physical or chemical adsorption.

(10 marks)

(b) Sketch the five adsorption isotherms in the BET (Brunauer, Emmett and Teller) classification. Explain each of the isotherms with an example.

(10 marks)

5. (a) (i) With the outline of BET-Langmuir model, state the assumptions used by Brunauer, Emmett and Teller (BET) in deriving the BET equation to determine the monolayer capacity, V_m .

(ii) Discuss how the value of c in the BET equation determines the shape of the isotherm and the surface area of an adsorbent.

(12 marks)

(b) The adsorption of nitrogen gas on the porous alumina gel at 77 K produced an isotherm of Type IV based on the BET classification. Assuming the pore to be cylindrical and obtained to be 9.86×10^{-8} cm in diameter, calculate the relative pressure when capillary condensation occurs at that pore size.

Given: Surface tension, γ , for N_2 at 77 K = $8.85 \text{ dyne cm}^{-1}$, liquid density of liquid N_2 at 77 K = 0.808 g cm^{-3} .

(8 marks)

6. (a) Explain the statement "A colloid is a material system which is mainly surface".

(8 marks)

(b) Describe briefly each of the following states of colloid systems in terms of repulsive and attractive forces and their interactions.

(i) Metastable

(ii) Metastable with secondary minimum

(iii) Unstable

Sketch and label the relevant free energy curves to illustrate your answer.

(12 marks)

...4/-

7. Answer each of the following.

(a) What keeps the gold particles in a sol from

- (i) settling out, and
- (ii) agglomerating?

Explain briefly.

(8 marks)

(b) Consider a charged particle, q_1 , in vacuum.

- (i) Explain briefly the meaning of *electric field* and *electrical potential*, ψ , of the particle. Use mathematical equations where necessary.
- (ii) Assume that the particle is immersed in an electrolyte solution. Applying the electrical potential and the Boltzmann's law, describe the net charge distribution, the formation of *electrical double layer*, and occurrence of counter ions in the electrolyte solution.

(12 marks)

...5/-

TERJEMAHAN

Arahan:

Jawab **LIMA** (5) soalan.

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

Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan, hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

Jawab **LIMA (5)** soalan.

1. (a) Bincangkan dengan ringkas prinsip asas analisis permukaan yang menggunakan pancaran elektron. Mengapa keadaan vakum yang tinggi amat penting dalam analisis permukaan moden terutamanya yang menggunakan elektron dan ion sebagai sumber pancaran. (10 markah)
- (b) Analisis komposisi dengan mikroanalisis prob elektron (EPMA) menghasilkan analisis yang lebih tepat dan kuantitatif berbanding dengan mikroskop elektron imbasan dengan mod serakkan sinar-X (SEM-EDX).
 - (i) Jelaskan dengan ringkas bagaimana sinar-X dikesan dan dianalisis dalam EPMA.
 - (ii) Terangkan dengan ringkas kelebihan dan kekurangan analisis SEM-EDX berbanding dengan EPMA.
 - (iii) Jelaskan, dengan lakaran, TIGA jenis isyarat artifak atau palsu sinar-X yang biasanya berlaku dalam analisis SEM-EDX. (10 markah)
2. (a) Apakah yang dimaksudkan dengan isipadu interaksi apabila suatu spesimen dibedil dengan pancaran elektron? Bincangkan dengan ringkas faktor yang mempengaruhi isipadu interaksi. (8 markah)
- (b) (i) Jelaskan dengan ringkas prinsip asas mikroskop daya atom (AFM).
 (ii) Apakah kesan ukuran hujung prob dan vakum kepada kualiti imej?
 (iii) Jelaskan kelebihan dan kekurangan analisis AFM berbanding dengan kaedah pengimejan elektron. (12 markah)
3. Bincangkan dengan ringkas prinsip asas kaedah analisis permukaan berikut dengan memberi penekanan kepada sumber pancaran, pengesanan isyarat yang dihasilkan dan kegunaannya.
 - (i) Spektrometri jisim ion sekunder (SIMS)
 - (ii) Spektroskopi elektron Auger (AES)
 - (iii) Mikroskopi elektron transmisi (TEM). (20 markah)

4. (a) Terangkan empat ujian eksperimen yang khas untuk mencirikan sesuatu proses itu sama ada sebagai suatu penjerapan fizik atau penjerapan kimia. (10 markah)
- (b) Lakarkan lima jenis isoterma penjerapan didalam pengelasan BET (Brunauer, Emmett dan Teller). Terangkan beserta satu contoh pengertian setiap jenis isoterma ini. (10 markah)
5. (a) (i) Dengan bantuan lakaran model BET-Langmuir, senaraikan andaian-andaian yang digunakan oleh BET (Brunauer, Emmett dan Teller) dalam menerbitkan persamaannya yang digunakan dalam penentuan muatan ekalapisan, V_m .
- (ii) Bincangkan bagaimanakah nilai c didalam persamaan BET menentukan bentuk isoterma dan luas permukaan suatu zat penjerap. (12 markah)
- (b) Penjerapan nitrogen keatas gel alumina berliang pada 77 K menghasilkan isoterma Jenis IV berdasarkan pengelasan BET. Anggapkan liang berbentuk silinder dan diperolehi berdiameter 9.86×10^{-8} cm, hitunglah tekanan relatif apabila terjadinya kondensasi rerambut pada liang tersebut.
Diberi: Tegangan permukaan, γ , bagi N_2 pada 77 K = $8.85 \text{ dyne cm}^{-1}$, ketumpatan cecair N_2 pada 77 K = 0.808 g cm^{-3} . (8 markah)
6. (a) Jelaskan pernyataan "Suatu koloid adalah suatu sistem bahan yang bersifat permukaan". (8 markah)
- (b) Jelaskan keadaan sistem koloid dengan merujuk kepada daya tolakan dan tarikan dan interaksi antaranya..
- (i) Metastabil
- (ii) Metastabil dengan minimum sekunder
- (iii) Tidak stabil

Lakar dan tanda keluk tenaga untuk menjelaskan jawapan anda.

(12 markah)

...8/-

7. Jawab setiap daripada berikut.

(a) Apakah yang menghalang zarah emas dalam sol daripada

- (i) memendak, dan
- (ii) bergumpal?

Jelaskan secara ringkas.

(8 markah)

(b) Pertimbangkan suatu zarah bercas, q_1 , dalam hampagas.

- (i) Jelaskan secara ringkas maksud medan elektrik dan potensi elektrik zarah berkaitan. Gunakan persamaan matematik dimana perlu.
- (ii) Anggapkan bahawa zarah berkenaan dimasukkan kedalam suatu larutan elektrolit. Dengan menggunakan potensi elektrik dan hukum Boltzmann, huraikan taburan cas net, pembentukan lapisan-dobel elektrik, dan kehadiran ion bertentang dalam larutan elektrolit.

(12 markah)