

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2006/2007

June 2007

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

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

---

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

Answer **FIVE** (5) questions. If a candidate answers more than five questions, only the answers to the first five questions will be graded. You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

...2/-

- 2 -

1. (a) Explain type or types of forces involved in the physical adsorption of
- (i) ammonia on silica, and
  - (ii) argon on a crystal of potassium iodide.

Sketch the potential energy curves for the two systems.

(10 marks)

- (b) The specific surface area of a spherical particle of zeolite can be determined by electron microscopy and nitrogen gas adsorption methods at 77 K. Show how the specific surface area of zeolite can be calculated by the above methods.  
Give reasons why there are different values between the two methods.

(10 markah)

2. (a) Write an account of the capillary condensation theory to explain hysteresis in sorption isotherms.

Starting from the Young-Laplace equation as follows:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \gamma \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

where  $\Delta P$  = pressure difference  
 $\gamma$  = surface tension  
 $r_1$  and  $r_2$  = radius of curvature

derive the Kelvin equation for a liquid in a cylindrical capillary.

(10 marks)

- (b) At 90 K, adsorption of krypton gas on a porous solid sample weighing 2.5 g gives the following results:

Pressure (mmHg)	1.210	4.588
Volume of gas adsorbed, V [cm <sup>3</sup> (STP)]	1.584	1.987

...3/-

- 3 -

If the saturated vapour pressure of krypton is 19.0 mmHg and according to the Brunauer Emmett and Teller (BET) equation, the plot will give a straight line, calculate the specific surface area of the solid.

Given: Density of krypton liquid,  $\rho = 1.648 \text{ g cm}^{-3}$ ; relative atomic mass of krypton,  $Kr = 83.3$ ; Avogadro number,  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ .

(10 marks)

3. (a) Bombardment of high energy electrons onto a thin specimen in high vacuum generated various signals.

- (i) State and sketch THREE of those signals.
- (ii) Explain briefly how each of those signals be detected.
- (iii) What kind of information can be obtained from these signals?

(10 marks)

- (b) (i) What is an Auger electron and how is it generated?
- (ii) How can an Auger electron be analyzed and what kinds of information can be obtained from the analysis?
- (ii) Sketch the Auger transition for  $L_1L_2M_1$  and  $KL_1M_1$ .

(10 marks)

4. (a) Briefly discuss the principle of the Scanning Electron Microscope (SEM) and the Transmission Electron Microscope (TEM). State TWO key features of TEM which could not be performed by SEM.

(8 marks)

- (b) Secondary Ion Mass Spectrometry (SIMS) is one of the most sensitive surface analytical technique.

- (i) What is a secondary ion and how is it generated?
- (ii) How can the secondary ion be analyzed?

...4/-

- 4 -

(iii) States TWO advantages of SIMS in comparison with SEM.

(12 marks)

5. (a) What are *chemical shifts* in X-Ray Photoelectron Spectroscopy (XPS)? Briefly discuss the importance of chemical shifts in surface analysis.

(6 marks)

(b) Electron Probe Microanalysis (EPMA) can be used to determine the chemical composition of various materials. Briefly discuss the principle of EPMA.

(8 marks)

(c) Briefly discuss the principle of Atomic Force Microscope (AFM) and state the advantages and disadvantages of this surface analysis technique.

(6 marks)

6. A hypothetical colloidal system of solid dispersions in a liquid medium possesses **steric repulsion** that contributes to its overall stability. Answer the following questions.

(a) State the characteristic feature of the layer on the surface of the colloidal particle and the function of the liquid medium.

(4 marks)

(b) Describe the origin of the repulsive force. Use a diagram or scheme to illustrate answer.

(8 marks)

(c) Sketch a repulsive free energy curve that describes two particles approaching from a distance  $H > 2\delta$  until  $H = \delta$  where  $\delta$  is the thickness of the swollen layer on the surface. On the same plot sketch **two more** curves to compare the effect of different densities of the layer.

(4 marks)

...5/-

- 5 -

- (d) Assuming the attractive force are independent of the surface layer density, sketch the total free energy curve as a function of H.

(4 marks)

7. A hypothetical colloidal system of solid dispersions in a liquid medium possesses **electrostatic forces** that contribute to its overall stability. Answer the following questions.

- (a) State the characteristic feature of the particle surface and the function of the liquid medium.

(4 marks)

- (b) Write an equation that relates the concentration of positive or negative ions in a region at a particular distance from the particle surface. State the meaning of every symbol.

(4 marks)

- (c) What is *electric double-layer* and *counter-ions*? Explain briefly.

(8 marks)

- (d) Sketch a double-layer repulsive energy curve that describes two charged particles approaching from infinity until a distance of near contact. On the same plot sketch **two more** curves to compare the effect of different concentrations of the medium.

(4 marks)

...6/-

- 7 -

1. (a) Jelaskan jenis atau jenis-jenis daya yang terlibat di dalam penjerapan fizik daripada

- (i) ammonia ke atas silika, dan  
(ii) argon ke atas suatu hablur kalium iodida.

Lakarkan keluk-keluk tenaga keupayaan bagi kedua-dua sistem di atas.

(10 markah)

- (b) Permukaan tentu zarah sfera zeolit dapat ditentukan dengan kaedah mikroskop elektron dan kaedah penjerapan gas nitrogen pada suhu 77 K. Tunjukkan bagaimana luas permukaan tentu zeolit dapat dihitung dengan kedua-dua kaedah di atas.

Beri alasan mengapa terdapat perbezaan nilai diantara kedua-dua kaedah.

(10 markah)

2. (a) Tulislah keterangan berhubung dengan teori kondensasi rerambut untuk menerangkan histeresis di dalam isoterma penjerapan.

Bermula dengan persamaan Young-Laplace berikut:

$$\Delta P = P_2 - P_1 = \gamma \left( \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

bagi  $\Delta P$  = perbezaan tekanan  
 $\gamma$  = tegangan permukaan  
 $r_1$  dan  $r_2$  = jejari lengkungan

Terbitkan persamaan Kelvin bagi suatu cecair di dalam suatu rerambut silinder.

(10 markah)

- (b) Pada 90 K, penjerapan gas krypton keatas suatu sampel pepejal berliang yang beratnya 2.5 g memberikan hasil seperti berikut:

Tekanan (mmHg)	1.210	4.588
Isipadu gas terjerap, V [cm <sup>3</sup> (STP)]	1.584	1.987

...8/-

- 8 -

Jika tekanan wap tepu kripton ialah 19.0 mmHg, dan berdasarkan persamaan Brunauer Emmett dan Teller (BET), plot akan menghasilkan suatu garis lurus, hitunglah luas permukaan tentu pepejal tersebut.

Diberi: Ketumpatan cecair kripton,  $\rho = 1.648 \text{ g cm}^{-3}$ ; jisim atom relatif kripton,  $Kr = 83.3$ ; nombor Avogadro,  $N_A = 6.02 \times 10^{23}$ .

(10 markah)

3. (a) Pancaran elektron bertenaga tinggi ke atas permukaan sampel tipis pada keadaan vakum tinggi akan menghasilkan pelbagai isyarat.
- (i) Nyata dan lakarkan TIGA isyarat tersebut.
  - (ii) Terangkan secara ringkas bagaimana ketiga-tiga isyarat tersebut dikesan.
  - (iii) Apakah maklumat yang dapat diperolehi daripada ketiga-tiga isyarat tersebut?

(10 markah)

- (b) (i) Apakah elektron Auger dan bagaimana ianya dihasilkan?
- (ii) Bagaimana elektron Auger dianalisis dan apakah maklumat yang dapat diperolehi daripada analisis tersebut?
- (iii) Lakarkan transisi Auger bagi  $L_1L_2M_1$  dan  $KL_1M_1$ .

(10 markah)

4. (a) Bincangkan secara ringkas prinsip Mikroskop Elektron Imbasan (SEM) dan Mikroskop Elektron Transisi (TEM). Nyatakan DUA kegunaan utama TEM yang tidak dapat dilakukan oleh SEM.

(8 markah)

- (b) Spektrometri Jisim Ion Sekunder (SIMS) merupakan salah satu teknik analisis permukaan yang sangat peka.
- (i) Apakah ion sekunder dan bagaimana ianya dihasilkan?
  - (ii) Bagaimana ion sekunder dianalisis?

...9/-

(iii) Nyatakan DUA kebaikan SIMS berbanding dengan SEM.

(10 markah)

5. (a) Apakah yang dimaksud dengan *anjakan kimia* dalam Spektroskopi Fotoelektron Sinar-X (XPS)? Bincangkan dengan ringkas kepentingan anjakan kimia dalam analisis permukaan.

(6 markah)

(b) Mikroanalisis Prob Elektron (EPMA) boleh digunakan untuk menentukan komposisi kimia pelbagai bahan. Bincangkan secara ringkas prinsip EPMA.

(8 markah)

(c) Bincangkan secara ringkas prinsip Mikroskop Daya Atom (AFM) dan nyatakan kebaikan dan keburukan teknik analisis permukaan ini.

(6 markah)

6. Suatu sistem koloid hipotetikal daripada serakan pepejal dalam suatu medium cecair mempunyai daya tolakan sterik yang menyumbang kepada kestabilan keseluruhannya. Jawab soalan-soalan berikut.

(a) Nyatakan sifat lapisan pada permukaan zarah koloid dan fungsi medium cecair.

(4 markah)

(b) Huraikan asal usul daya tolakan. Lengkapkan jawapan dengan skema atau rajah.

(8 markah)

(c) Lakarkan suatu keluk tenaga bebas tolakan bagi dua zarah yang sedang menghampiri satu sama lain dari suatu jarak  $H > 2\delta$  sehingga  $H > \delta$  dimana  $\delta$  adalah ketebalan lapisan gelembung pada permukaan. Pada rajah yang sama lakarkan **dua** lagi keluk untuk membandingkan kesan ketumpatan lapisan permukaan.

(4 markah)

...10/-



- (d) Dengan menganggap bahawa daya tarikan tidak dipengaruhi oleh ketumpatan lapisan pada permukaan lakarkan keluk tenaga bebas jumlah sebagai fungsi  $H$ .

(4 markah)

7. Suatu sistem koloid hipotetikal daripada serakan pepejal dalam suatu medium cecair mempunyai daya elektrostatik yang menyumbang kepada kesetabilan sistem keseluruhannya. Jawab soalan-soalan berikut.

- (a) Nyatakan ciri penting permukaan zarah dan fungsi medium cecair.

(4 markah)

- (b) Tulis suatu persamaan yang mengkaitkan kepekatan ion-ion positif atau negatif pada kawasan yang berada pada jarak tertentu daripada permukaan zarah. Nyatakan maksud setiap symbol yang terdapat pada persamaan.

(4 markah)

- (c) Apakah *lapisan-dubel elektrik* dan *'ion lawan* ? Jelaskan secara ringkas.

(8 markah)

- (d) Lakarkan keluk tenaga lapisan-dubel yang menerangkan dua zarah bercas sedang menghampiri satu sama lain dari jarak tak-terhingga sehingga hampir bersentuhan. Pada rajah yang sama lakarkan **dua** lagi keluk untuk membandingkan kesan kepekatan medium.

(4 markah)