
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2010/2011

April/May 2011

EBB 339/3 – Nanomaterials
[Bahan Nano]

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

Please ensure that this examination paper contains ELEVEN printed pages before you begin the examination.

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

This paper consists of THREE questions from PART A, TWO questions from PART B and TWO questions from PART C.

[Kertas soalan ini mengandungi TIGA soalan dari BAHAGIAN A, DUA soalan dari BAHAGIAN B dan DUA soalan dari BAHAGIAN C.]

Instruction: Answer **ONE** question from PART A, **ONE** question from PART B, **ONE** question from PART C and **TWO** questions from any part. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab **SATU** soalan dari BAHAGIAN A, **SATU** soalan dari BAHAGIAN B, **SATU** soalan dari BAHAGIAN C dan **DUA** soalan dari mana-mana bahagian. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

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

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

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Define nanomaterials. Describe what does it mean by “bottom up” and “top down” preparations of nanoscale materials.

Takrifkan nanobahan. Perihalkan apa yang dimaksudkan dengan penghasilan bahan skala nano secara “bottom up” dan “top down”.

(20 marks/markah)

- [b] What is surface Plasmon? Why its nature depends on the material and size? What are other factors that affect its nature?

Apakah Plasmon permukaan. Kenapa tabii Plasmon permukaan ini bergantung kepada jenis bahan dan saiz? Apakah faktor-faktor lain yang mempengaruhi sifatnya.

(40 marks/markah)

- [c] Solution containing nanorods gold shows two absorption maxima λ_{max} . Why is this?

Suatu larutan yang mengandungi nanorod emas mempamerkan dua penyerapan maksima λ_{max} . Kenapa?

(40 marks/markah)

2. [a] Describe the two paradigms of colloidal stabilization, steric and electrostatic. Provide an example for each.

Terangkan dua paradigme penstabilan koloid, sterik dan elektrostatik. Berikan satu contoh untuk setiap satu.

(30 marks/markah)

- [b] What does quantum confinement in a semiconductor quantum dot mean? What are the implications of this to the energy level?

Apakah yang dimaksudkan dengan kuantum terkurung di dalam semikonduktor titik kuantum? Apakah implikasi-implikasinya terhadap paras tenaga?

(40 marks/markah)

- [c] Bulk gold is yellow and gold nanoparticles are red, purple or blue. What are the reasons for the color changes.

Emas pukal berwarna kuning dan emas partikel nano pula berwarna merah, ungu atau biru. Berikan sebab-sebab perubahan warna ini.

(30 marks/markah)

3. [a] Using the relations of $dG/dn = \Delta\mu$ and $dG=\gamma dA$, derive an equation for $\Delta\mu = \frac{2\gamma V_m}{r}$. What can you deduce about the reaction kinetics of precipitation/dissolution from this equation.

Menggunakan hubungan $dG/dn = \Delta\mu$ dan $dG=\gamma dA$, terbitkan persamaan $\Delta\mu = \frac{2\gamma V_m}{r}$. Apakah yang boleh dirumuskan tentang kinetik tindakbalas pemendakan/pelarutan daripada persamaan ini.

(30 marks/markah)

- [b] What are the roles of surfactants in the colloidal synthesis of nanoparticles?

Apakah peranan-peranan surfaktan dalam sintesis nanopartikel koloid?

(20 marks/markah)

- [c] What are the two (2) most important requirements (or conditions) for the formation of monodisperse nanocrystals?

Apakah dua (2) keperluan/syarat penting (keadaan) penghasilan nanokristal nanoserakan.

(20 marks/markah)

- [d] Referring to the LaMer plot in Figure 1, explain what happens in each of the three stages.

Merujuk kepada plot LaMer dalam Rajah 1, terangkan apa yang berlaku pada setiap satu daripada tiga peringkat tersebut.

(30 marks/markah)

...5/-

Figure 1: LaMer plot

Rajah 1: Plot LaMer

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] The formation of nanowires, nanorods or nanotubes through evaporation (or dissolution)-condensation is due to the anisotropic growth. Briefly explain 2 mechanisms which are well known in anisotropic growth?

Pembentukan nanowayar, nanorod dan nanotiub melalui kaedah pemeruap (atau pelarutan)-kondensasi adalah disebabkan oleh pertumbuhan tak-isotropik. Secara ringkas terangkan 2 mekanisma yang lazim dalam pertumbuhan tak-isotropik.

(20 marks/markah)

- [b] Schematically illustrate the six steps in crystal growth which are generally considered as a heterogenous reaction?

Secara skematik lakarkan enam langkah dalam pertumbuhan hablur yang secara umumnya dianggap sebagai tindakbalas heterogen?

(40 marks/markah)

- [c] What is the role of Ag^+ ions during the growth of Au nanorods in a seed-mediated growth? Explain.

Apakah fungsi ion Ag^+ semasa pertumbuhan nanorod Au dalam pertumbuhan bermedium benih? Terangkan.

(40 marks/markah)

5. [a] Can we introduce dopant(s) during the synthesis of nanorods by the sol-gel method? If so, give two examples and the procedure to make the doped nanorods.

Bolehkah kita memperkenalkan bahan dop semasa sintesis nanorod melalui kaedah sol-gel. Jika boleh, berikan dua contoh dan langkah-langkah untuk menghasilkan nanorod berdop.

(40 marks/markah)

- [b] How can we make ultrathin-organic-inorganic hybrid fibres? Explain with an example.

Bagaimanakah kita boleh menyediakan getian hibrid ultranipis organik-tak organik? Terangkan dengan contoh.

(30 marks/markah)

- [c] Explain with an example how multi-segmented metallic nanorods can be synthesized by electrochemical deposition.

Terangkan dengan contoh bagaimana nanorod logam bermulti-segmen boleh disintesis melalui penganapan elektrokimia.

(30 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

6. [a] Carbon nanotubes (CNT) can be used in many advanced applications. Answer the following questions.

Nanotub karbon (CNT) boleh digunakan dalam pelbagai aplikasi maju. Jawab soalan-soalan di bawah.

- (i) Comment on the electrical and thermal conductivity of CNT. State two examples of the use of CNT in electronic industries.

Berikan komen berkenaan dengan kekonduksian elektrik dan terma CNT. Nyatakan dua contoh kegunaan CNT dalam industri elektronik. Terangkan halangan yang telah dikenalpasti berkaitan dengan kegunaan CNT dalam industri ini.

(20 marks/markah)

- (ii) Single wall CNT (SWCNT) and multi wall CNT (MWCNT) can be produced by chemical process. Explain how electron microscopy can be used to investigate both SWCNT and MWCNT.

CNT berdinding tunggal (SWCNT) dan CNT berdinding banyak (MWCNT) boleh dihasilkan dengan proses kimia. Terangkan bagaimana elektron mikroskopi boleh digunakan untuk mengkaji kedua-dua SWCNT dan MWCNT.

(20marks/markah)

- (iii) Discuss issues related to the toxicity of nanotubes.

Bincangkan isu ketoksikan nanotub.

(10 marks/markah)

- [b] Thin films with thickness $< 100\text{nm}$ (nano films) have been used in various industries: electronics, chemical and corrosion protection. Answer the following questions:

Filem nipis yang berketebalan $< 100\text{nm}$ (filem nano) telah digunakan di dalam pelbagai industri: elektronik, kimia dan perlindungan kakisan. Jawab soalan berikut:

- (i) State several examples of the applications of the nano films in the fields stated above.

Nyatakan beberapa contoh kegunaan filem nano dalam aplikasi yang dinyatakan di atas.

(10 marks/markah)

- (ii) Secondary ion mass spectroscopy (SIMS) can be used to characterise a thin film. Describe using an appropriate diagram how SIMS can be used to determine the phases present in the nano film.

Spektroskopi jisim ion sekunder (SIMS) boleh digunakan untuk mencirikan filem nipis. Terangkan dengan menggunakan ilustrasi yang sesuai bagaimana SIMS boleh digunakan untuk menentukan fasa yang hadir dalam filem nano ini.

(20 marks/markah)

- (iii) If the nano film produced were amorphous, indicate the best characterization method that can be used to identify the phases present in the film. Explain this method.

Jika filem nano yang terhasil ialah amorfus, nyatakan teknik pencirian yang paling baik untuk mengenal fasa yang ada di dalam filem ini. Terangkan teknik ini.

(20 marks/markah)

...10/-

7. ZnO is an important wide band gap semiconductor and ZnO nanorods can be formed by a chemical process. Answer these questions:

ZnO ialah bahan semikonduktor berjurang tenaga lebar yang penting dan nanorod ZnO boleh dihasilkan melalui proses kimia. Jawab soalan-soalan berikut:

- [a] Suggest the best method to determine the crystallinity of the ZnO nanorods with average diameter of 30nm. Use an illustration to explain your method.

Cadangkan kaedah terbaik untuk menentukan kehabluran nanorod ZnO yang mempunyai purata diameter 30nm. Gunakan ilustrasi untuk menerangkan jawapan anda.

(30 marks/markah)

- [b] Optical absorption and luminescence spectrum of ZnO nanorods with average diameter of 30nm is shown in Figure 2. Discuss why there exists two luminescence peaks in this graph.

Serapan optik dan spektra luminasi untuk nanorod ZnO yang mempunyai purata diameter 30nm ditunjukkan pada Rajah 2. Bincangkan kenapa dua puncak wujud dalam rajah ini.

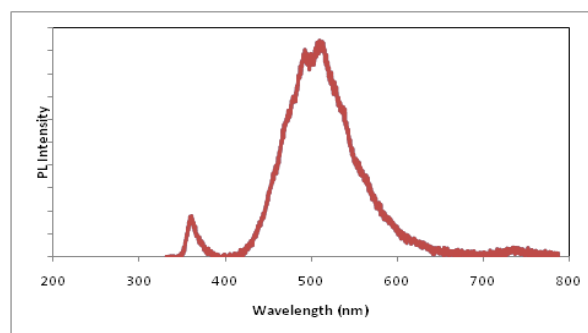


Figure 2: Optical absorption and luminescence

Rajah 2: Serapan optik dan spectra luminasi

(25 marks/markah)

- [c] Sketch a photoluminescence spectrum of ZnO nanorods with diameter of < 10nm. In the same axis, sketch a spectrum for ZnO rods with diameter of 1 μ m. Compare your sketches with the one given in Figure 2.

Lakarkan spektrum fotoluminasi nanorod ZnO yang mempunyai diameter < 10nm. Pada paksi yang sama, lakarkan spektra nanorod ZnO yang berdiameter 1 μ m. Bandingkan lakaran anda dengan lakaran yang ditunjukkan dalam Rajah 2.

(25 marks/markah)

- [d] ZnO nanorods can be used in UV protection lotion. Discuss briefly on the health issues which must be considered when using nanorods on human skin.

Nanorod ZnO boleh digunakan dalam losyen penghalang UV. Bincangkan secara ringkas berkenaan dengan isu-isu kesihatan yang perlu diambil perhatian apabila menggunakan nanorod pada kulit manusia.

(20 marks/markah)