
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
2014/2015 Academic Session

June 2015

EBB 339/3 – Nanomaterials *[Bahan Nano]*

Duration : 3 hours
[Masa : 3 jam]

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

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

This paper consists of SEVEN questions. ONE question in PART A, TWO questions in PART B, TWO questions in PART C and TWO questions in PART D.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan. SATU soalan di BAHAGIAN A, DUA soalan di BAHAGIAN B, DUA soalan di BAHAGIAN C dan DUA soalan di BAHAGIAN D.]

Instruction: Answer FIVE questions. Answer ALL questions from PART A, ONE question from PART B, ONE question from PART C, ONE question from PART D and ONE question from any parts. If a candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari BAHAGIAN A, SATU soalan dari BAHAGIAN B, SATU soalan dari BAHAGIAN C, SATU soalan dari BAHAGIAN D dan SATU 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 in the examination questions, the English version shall be used.

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

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] When a spherical particle is made with diameter in nanoscale, it is known that surface energy, γ of the particle will increased. Write an essay to illustrate on the dramatic changes of chemical, mechanical, optical, electrical and thermal properties of nanoparticles when the diameters are < 50 nm.

Apabila satu partikel sefera dibuat dengan diameter di dalam skala nano, diketahui tenaga permukaan, γ partikel akan bertambah. Tuliskan satu esei untuk memperihalkan perubahan mendadak sifat-sifat kimia, mekanikal, optikal, elektrik dan terma partikel nano apabila diameternya < 50 nm.

(35 marks/markah)

- [b] Illustrate with an example how can we make a core-shell nanorods with a core made by metal and shell by a polymer?

Terangkan dengan contoh bagaimana kita boleh membuat kelompok teras rod nano di mana terasnya diperbuat daripada logam dan cengkerang daripada polimer?

(35 marks/markah)

- [c] Building industries also benefit from fast development of nanomaterials. Explain main components in a residential building which can benefit from nanomaterials and nanotechnology.

Industri bangunan juga memperolehi kebaikan dari perkembangan pesat bahan nano. Terangkan komponen utama di dalam bangunan perumahan yang boleh dimanfaatkan daripada bahan nano dan teknologi nano.

(30 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

2. [a] You are given 500 nm long copper nanowires of varying diameters: 100 nm, 86 nm, 45 nm, 15 nm and 9 nm:

Anda diberikan dawainano kuprum yang panjangnya 500 nm dengan pelbagai diameter: 100 nm, 86 nm, 45 nm, 15 nm dan 9 nm:

- (i) Calculate the surface area to the volume ratio of these nanowires and comment on the reactivity.

Kirakan nisbah keluasan permukaan dengan isipadu dawainano ini dan kemudian berikan komen berkenaan kereaktifannya.

(20 marks/markah)

- (ii) The 86 nm and 15 nm nanowires were annealed at high temperature ($> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$), compare on the thermal properties of these nanowires at temperature $> 400^{\circ}\text{C}$.

Dawainano yang berdiameter 86 nm dan 15 nm telah disepuhlandap pada suhu tinggi ($> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$), bandingkan sifat-sifat terma dawainano-dawainano ini pada suhu $> 400^{\circ}\text{C}$.

(20 marks/markah)

- (iii) The 9 nm diameter nanowires changed colour to brownish colour after being exposed to the atmosphere for around 24 hours but the 100 nm nanowires changed only a little. Discuss the likely process that occurred on these nanowires and the discrepancy of their properties.

Dawainano yang berdiameter 9 nm telah berubah warna kepada warna keperangan setelah didedahkan kepada atmosfera selama 24 jam tetapi dawainano 100 nm berubah hanya sedikit. Bincangkan proses yang paling munasabah berlaku kepada dawainano ini dan ketidaksamaan sifat-sifat mereka.

(20 marks/markah)

- [b] A model treats grain boundaries as barriers to dislocation motion, making materials with nanocrystallite grains having larger strength.

Satu model memperihalkan sempadan butiran sebagai penghalang kepada pergerakan kehelan, membuatkan bahan dengan butiran kristalit nano mempunyai kekuatan yang lebih tinggi.

- (i) Relate the effect of grain size on the strength and hardness of a material.

Hubungkan kesan saiz butiran kepada kekuatan dan kekerasan bahan.

(20 marks/markah)

- (ii) Justify reasons on why individual nanomaterials for example nanorods, generally have excellent mechanical properties.

Berikan justifikasi kenapa bahan nano yang berasingan, contohnya rod nano, secara umumnya mempunyai sifat-sifat mekanikal yang hebat.

(20 marks/markah)

3. Platinum, Pt nanomaterial can have various different properties compared to when Pt is in a bulk form.

Bahan nano platinum, Pt boleh mempunyai pelbagai sifat berbanding Pt di dalam keadaan pukal.

- [a] Explain why the reactivity of 0-dimension Pt with diameter of 4 nm is very high. Suggest one application for this property.

Terangkan kenapa kereaktifan Pt 0-dimensi dengan diameter 4 nm adalah sangat tinggi. Cadangkan satu aplikasi bagi sifat ini.

(20 marks/markah)

- [b] When two Pt particles with different radii: 8 nm and 80 nm are put into a solvent, each particle will develop an equilibrium with the solvent. Predict what would happen to the smaller particle after several hours.

Apabila dua partikel Pt yang mempunyai radius yang berbeza: 8 nm dan 80 nm diletakkan di dalam satu pelarut, setiap partikel akan menghasilkan keseimbangan dengan pelarut. Tentukan apa yang akan berlaku kepada partikel yang kecil selepas beberapa jam.

(20 marks/markah)

- [c] In a process to produce Pt nanoparticles, salt reduction technique can be used. However, after the synthesis process all Pt particles were found to agglomerate. Give reasons why this happened and provides some solutions to avoid agglomeration?

Di dalam proses untuk menghasilkan partikel nano Pt, teknik penurunan garam boleh digunakan. Namun begitu, setelah sintesis Pt telah bergumpal. Berikan sebab-sebab kenapa ini berlaku dan cadangkan penyelesaian untuk mengelakkan gumpalan.

(20 marks/markah)

- [d] A 10 nm thick Pt film was deposited on a surface of silicon. Give reason if the electronic properties of the Pt film will be enhanced if compared to 500 nm thick Pt film.

Satu filem Pt berketebalan 10 nm telah diempakan di atas permukaan silikon. Berikan sebab kenapa sifat-sifat elektronik filem Pt ini sangat baik berbanding dengan filem 500 nm tebal.

(20 marks/markah)

- [e] 15 nm Pt nanoparticles are obviously smaller than the wavelength of visible light shown onto them. Explain the surface properties of these nanoparticles when they are irradiated with visible light.

15 nm partikel nano Pt memangnya lebih kecil daripada panjang gelombang cahaya nampak yang diradiasikan ke atas mereka. Nyatakan sifat-sifat permukaan nanopartikel ini apabila telah diradiasikan dengan cahaya nampak.

(20 marks/markah)

PART C / BAHAGIAN C

4. [a] In addition to polycarbonate membranes, alumina membranes are also used for the template based synthesis of nanorods and nanowires. Illustrate how alumina membranes are made and various pore size distribution can be obtained?

Selain membran polikarbonat, membran alumina juga digunakan untuk sintesis berasaskan templat untuk rod nano dan dawai nano. Terangkan bagaimana membran alumina dihasilkan dan taburan pelbagai saiz liang boleh diperolehi?

(30 marks/markah)

- [b] Describe the various steps that occur in the Vapor-Liquid-Solid (VLS) growth, starting from the diffusion of the Si to the surface of the gold-silicon alloy droplet. Identify which of these step is the slowest and so the rate controlling step?

Jelaskan pelbagai langkah yang wujud dalam pertumbuhan Wap-Cecair-Pepejal (VLS), bermula dari resapan Si ke permukaan titisan aloi emas-silikon. Kenal pasti mana satu langkah tersebut yang paling perlahan dan langkah yang mengawal kadar?

(20 marks/markah)

- [c] In the VLS growth, explain the effect of the contact angle of the liquid with the substrate on the diameter of the growing wire?

Dalam pertumbuhan VLS, terangkan kesan sudut sentuhan cecair dengan substrat terhadap diameter dawai yang tumbuh?

(20 marks/markah)

- [d] Explain with an example how multisegmented metallic nanorods can be synthesized by electrochemical deposition?

Terangkan dengan contoh bagaimana rod nano logam pelbagai segmen boleh disintesis melalui pemendapan elektrokimia?

(30 marks/markah)

5. [a] Atomic Layer Deposition (ALD) technique provides a capability to form two dimensional structure with large aspect ratio (60:1) as compare to Chemical Vapor Deposition (CVD) that has aspect ratio less than 10:1. Outline the requirements need to be satisfied for successful formation of such thin film via ALD.

Teknik Pemendapan Lapisan Atom (ALD) mempunyai keupayaan untuk membentuk struktur dua dimensi dengan nisbah aspek yang besar (60:1) berbanding Pemendapan Wap Kimia (CVD) yang mempunyai nisbah aspek kurang daripada 10:1. Berikan keperluan yang patut dipenuhi bagi pembentukan filem nipis seumpama itu melalui ALD.

(30 marks/markah)

- [b] Usually, micro devices contain a stack of layers. Infer what considerations, other than the functional requirements come into play in selecting the materials of the layers on the stack and its relative positions?

Kebiasaannya, peranti mikro mempunyai lapisan tindanan. Nyatakan apakah pertimbangan, selain daripada keperluan fungsian yang boleh memainkan peranan dalam pemilihan bahan lapisan dalam tindanan dan kedudukan relatifnya?

(20 marks/markah)

- [c] Explain what epitaxial film growth is and with the aid of a suitable diagram show how it is achieved?

Terangkan apakah pertumbuhan filem epitaksi dan dengan menggunakan gambarajah yang sesuai tunjukkan bagaimana ia boleh dicapai?

(50 marks/markah)

PART D / BAHAGIAN D

6. You are given a colloidal suspension labeled as X-nano. You are asked to provide further information for the company:

Anda diberikan sejenis ampaian koloid yang dilabel sebagai X-nano. Anda diminta untuk mendapatkan maklumat lanjut untuk syarikat berkenaan:

- [a] The company needs to know the particle size distribution of the samples. Explain at least TWO methods that can be used to obtain this information.

Syarikat ingin mengetahui taburan saiz partikel sampel berkenaan. Terangkan sekurang-kurangnya DUA kaedah untuk mendapatkan maklumat berkenaan.

(40 marks/markah)

- [b] The company also has specific requirement on the crystal structure and phases presence of the nanoparticles suspended in the solution. Briefly describe sample preparation and TWO methods that can be used to obtain the required information.

Syarikat berkenaan juga mempunyai kehendak spesifik terhadap struktur hablur dan fasa yang wujud bagi ampaian partikel dalam larutan. Jelaskan dengan ringkas kaedah penyediaan sampel dan DUA kaedah yang boleh digunapakai untuk memperolehi maklumat tersebut.

(40 marks/markah)

- [c] The company needs to know the best pH for storage of this colloidal suspension. Describe the method that can be used, and what is the information that you can obtain from the proposed method.

Syarikat ingin mengetahui pH terbaik untuk menyimpan ampaian koloid ini. Jelaskan kaedah yang boleh digunakan dan apakah maklumat yang boleh anda perolehi dari kaedah yang dicadangkan tersebut.

(20 marks/markah)

7. Safety and toxicology of nanomaterials are of important during production, application and disposal of nanotechnology-based products. The manufacturer and users must aware on nanomaterials toxicology, reactivity, distribution in environment and impact to society.

Keselamatan dan toksikologi bahan nano adalah sangat penting semasa proses penghasilan, penggunaan dan pembuangan produk berasaskan teknologi nano. Pengilang dan pengguna perlu sedar tentang toksikologi, kereaktifan, taburan dalam alam sekitar dan impak kepada masyarakat.

- [a] In order to use nanomaterials as drug delivery system (DDS), what are considerations you need to take into account when choosing the materials? What are basic routes you need to check in a laboratory before bringing the DDS product to the pre-clinical stage? Discuss your answer.

Untuk menggunakan bahan nano dalam sistem penghantaran dadah (DDS), apakah pertimbangan yang perlu anda lakukan semasa memilih bahan tersebut? Apakah langkah-langkah asas yang perlu anda uji di dalam makmal sebelum membawa produk DDS berkenaan ke fasa pra-klinikal? Bincangkan jawapan anda.

(40 marks/markah)