

---

# UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

April 2008

## **EBP 324/3 - Polymer Degradation and Environment** ***[Degradasi Polimer dan Alam Sekitar]***

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

---

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

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

This paper contains SEVEN questions.

*[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]*

**Instructions:** Answer **FIVE** questions. If a candidate answers more than five questions only the first five questions in the answer sheet will be graded.

**Arahan:** Jawab **LIMA** soalan. Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

Answer to any question must start on a new page.

*[Mulakan jawapan anda untuk setiap 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.]*

1. [a] There are **4 category** of recycling waste plastic based on the technology used:

- (i) Primary recycling
- (ii) Secondary recycling
- (iii) Tertiary recycling
- (iv) Quarternary recycling

Explain briefly what do you understand about these four category of recycling.

*Terdapat 4 kategori pengitaran semula sisa-sisa plastik berdasarkan teknologi yang digunakan iaitu:*

- (i) Pengitaran semula primer*
- (ii) Pengitaran semula sekunder*
- (iii) Pengitaran semula tertier*
- (iv) Pengitaran semula kuartenari*

*Secara ringkas jelaskan apa yang anda faham tentang 4 kategori pengitaran semula ini.*

(20 marks/markah)

[b] Explain the difference between Mid-Infra-Red (MIR) Spectroscopy and Near-Infra-Red (NIR) Spectroscopy. What are the advantages and disadvantages of each technique.

*Jelaskan perbezaan di antara Kaedah Pengisihan Spektroskopi Infra Merah Pertengahan (MIR) dengan Spektroskopi Infra Merah Penghampiran (NIR). Nyatakan kelebihan dan kekurangan setiap kaedah.*

(40 marks/markah)

[c] Explain **two** mechanical size reduction techniques which can be used to reduce the various size of recycled plastics.

*Jelaskan dua teknik pengurangan saiz secara mekanikal yang boleh digunakan untuk mengurangkan saiz pelbagai plastik terkitar semula.*

(40 marks/markah)

2. [a] What are the main barriers to recycle polyethylene terephthalate (PET)?

*Apakah halangan-halangan utama yang sering dihadapi semasa pengitaran semula polietilena tereftalat (PET)?*

(30 marks/markah)

- [b] Using a suitable diagram and floating method or hydrocyclone, explain how a mixture of PET, HDPE, PP and EVA bottles, aluminium and adhesive can be separated to obtain a small PET flakes with high purity.

*Menggunakan rajah yang sesuai dan kaedah pengapungan atau hidrosiklon, bagaimana suatu campuran botol-botol PET, HDPE, PP, EVA, aluminium dan adhesif boleh diasingkan untuk memperolehi cebisan kecil PET dengan ketulenan yang tinggi.*

(30 marks/markah)

- [c] Discuss the various applications for mechanically recycled PET.

*Bincangkan pelbagai kegunaan PET yang dikitar semula secara mekanikal.*

(40 marks/markah)

3. [a] Discuss 3 main sources for recycling engineering thermoplastics and 4 products which can be produced from various waste engineering thermoplastics.

*Bincangkan 3 sumber utama untuk pengitaran semula termoplastik kejuruteraan dan 4 produk yang boleh dihasilkan daripada pelbagai sisa buangan termoplastik kejuruteraan.*

(30 marks/markah)

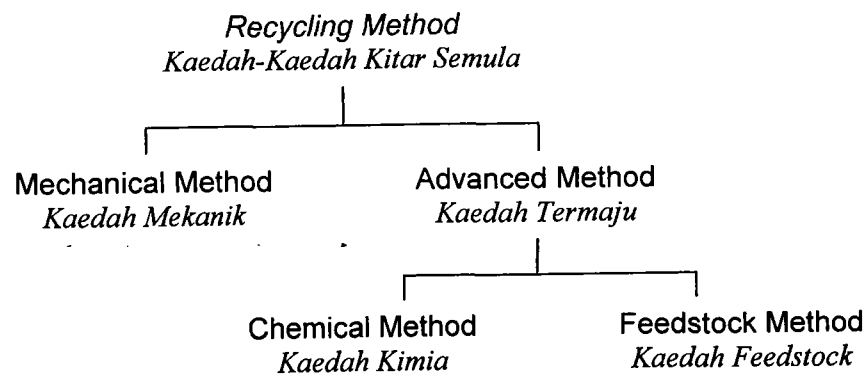
- [b] Using a suitable diagram, explain the difference between Solvay Process and Geon Process to recycle PVC bottles.

*Dengan menggunakan rajah-rajah yang bersesuaian, jelaskan perbezaan di antara Proses Solvay dan Proses Geon untuk mengitar semula botol PVC.*

(40 marks/markah)

- [c] The following figure shows the various recycling technique which can be used to recycle polystyrene.

*Rajah di bawah menunjukkan pelbagai kaedah kitar semula yang boleh dilakukan untuk mengitar semula polistirena.*



Discuss the advantages of Advanced Method as compared to Mechanical Method to recycle polystyrene.

*Jelaskan kelebihan Kaedah Termaju berbanding Kaedah Mekanik untuk mengitar semula polistirena.*

(30 marks/markah)

4. [a] What are the advantages of using pyrolysis, hydrogenation and gasification over incineration for plastic recycling?

*Apakah kelebihan-kelebihan menggunakan pirolisis, hidrogenasi dan gasifikasi berbanding incinerasi untuk pengitaran semula plastik?*

(50 marks/markah)

- [b] Discuss the depolymerization and mineralization which occur in the biodegradation process.

*Bincangkan penyahpolimeran dan 'mineralization' yang berlaku semasa proses bioperosotan.*

(50 marks/markah)

5. [a] Write short notes on the following chemicals which can be used for polymer stabilization.

- (i) butylated hydroxyl toluene
- (ii) diphenyldisulphide
- (iii) N,N'-disalicylidene-1,2-propandiamine
- (iv) diamagnetic nickel (II) oxime chelates

*Tuliskan nota ringkas bagi bahan kimia berikut yang boleh digunakan untuk penstabilan polimer.*

- (i) toluena hidrosil terbutil
- (ii) difenildisulfida
- (iii) 'N,N'-disalicylidene-1,2-propandiamine'
- (iv) 'diamagnetic nickel (II) oxime chelates'

(60 marks/markah)

- [b] Discuss Norrish type I and Norrish type II reaction.

*Bincangkan tindakbalas Norrish jenis I dan Norrish jenis II.*

(40 marks/markah)

6. [a] PolyTest Sdn. Bhd. would like to do natural weathering and accelerated weathering tests on thermoplastic polyesters.

*PolyTest Sdn Bhd ingin menjalankan ujian pencucayaan semulajadi dan pencucayaan terpecut bagi polyester termoplastik.*

- (i) Describe natural and accelerated weathering tests.

*Huraikan ujian pencucayaan semulajadi dan pencucayaan terpecut.*

(50 marks/markah)

- (ii) Give the correlation between accelerated weathering tests and natural weathering tests.

*Nyatakan hubungan antara ujian pencucayaan terpecut dan pencucayaan semulajadi.*

(10 marks/markah)

- [b] Discuss the effects of thermal degradation on the hydroperoxide concentration of polyethylene in the following condition.

- (i) in a limited atmosphere of oxygen  
(ii) in the presence of excess oxygen

*Bincangkan kesan perosotan terma terhadap kepekatan hidroperoksida bagi polietilena dalam keadaan berikut:*

- (i) *dalam atmosfera yang mempunyai oksigen sangat terhad*  
(ii) *dalam kehadiran oksigen yang berlebihan*

(40 marks/markah)

7. [a] Describe the following testing methods in biodegradation of polymers.

- (i) Petri Disk Screen
- (ii) Compost Chamber Method
- (iii) Biological Oxygen Demand

*Huraikan kaedah pengujian bio-perosotan bagi polimer:*

- (i) *Penapis Cakera Petri*
- (ii) *Kaedah Kebuk Kompos*
- (ii) *Keperluan Oksigen Biologi*

(60 marks/markah)

[b] Write short note on typical Bolland Gee auto-oxidation reaction.

*Tuliskan nota ringkas bagi tindakbalas auto-pengoksidaan Bolland Gee.*

(40 marks/markah)