
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

First Semester Examination
Academic Session 2009/2010

November 2009

EBP 200/3 - Polymeric Materials *[Bahan Polimer]*

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 SEVEN questions.

[Kertas soalan ini mengandungi TUJUH soalan.]

Instruction: Answer FIVE questions. If candidate answers more than five questions only the first five questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab LIMA soalan. 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.]

1. Differential scanning calorimetry (DSC) is a technique used to study the behavior and changes of a polymer under thermal stress. The results obtain usually shows the relationship between heat flow and temperature. A thermal analysis was done on a sample of polyetheretherketone using a DSC. Figure below shows the results of the analysis.

Kalorimetri imbasan pembezaan adalah suatu teknik untuk mengkaji kelakuan dan perubahan sesuatu polimer di bawah tegasan terma. Keputusan yang diperolehi lazimnya menunjukkan hubungan antara aliran haba dan suhu. Suatu analisis terma telah dilakukan ke atas sampel polietereterketon menggunakan DSC. Gambarajah di bawah menunjukkan keputusan analisis tersebut.

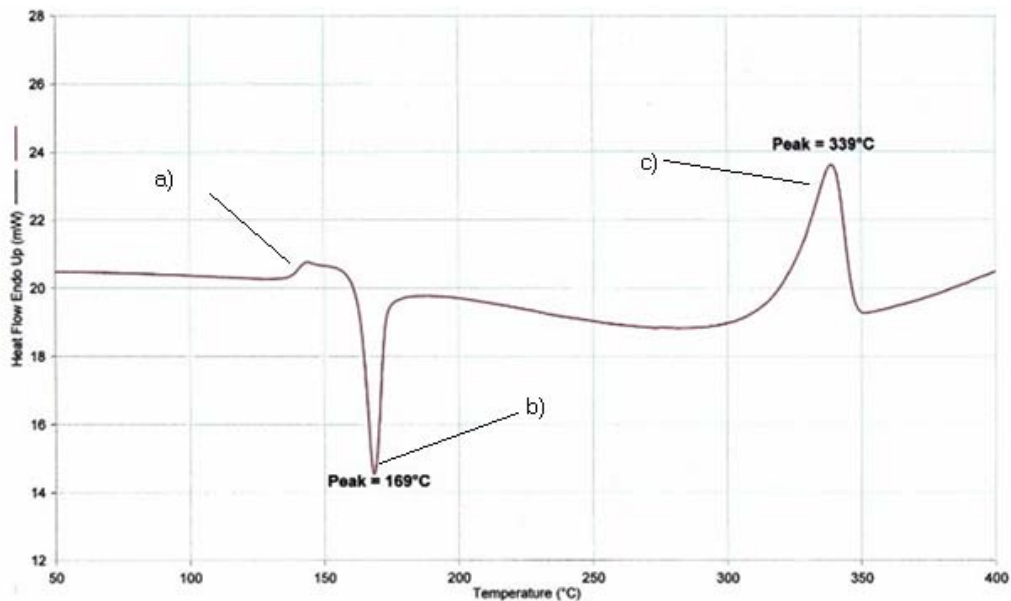


Figure 1 - Differential Scanning Calorimetry of Polyetheretherketone

Rajah 1 - Kalorimetri Imbasan Kebezaan Polietereterketon

- (a) Based on the Figure 1;
- (i) Identify and explain the presentation of the peaks which are present in the figure.
 - (ii) Explain the differences between glass transition temperature and melting in a polymer.

Berdasarkan pada Rajah 1;

- (i) *Kenalpasti dan jelaskan maksud puncak- puncak yang tertera di gambarajah tersebut*
- (ii) *Huraikan perbezaan antara suhu peralihan kaca dan peleburan di dalam polimer*

(40 marks/markah)

- (b) Glass transition temperature generally depends on the characteristic of the polymer molecular structure like chain length, chain flexibility, pendant groups, branching and cross-linking. Base on your knowledge and understanding discuss briefly how the characteristics affect the T_g of a polymer. Use figure and drawing to help in your explanation.

Suhu peralihan kaca secara umumnya bergantung pada ciri-ciri struktur molekul polimer seperti panjang rantai, fleksibiliti rantai, kumpulan penda/sisi, pencabangan dan sambung-silang. Berdasarkan pengetahuan dan kefahaman anda, bincang secara ringkas bagaimana ciri-ciri tersebut memberi kesan terhadap T_g suatu polimer. Gunakan gambarajah dan lukisan untuk membantu penjelasan anda.

(60 marks/markah)

2. [a] “Thermoplastics and thermosets are commonly used in everyday applications from clothing to automotive. Throughout the years they have evolved in terms of processing and versatility to suite any applications possible”.

Base on the statement above; briefly explain thermoplastic and thermoset according to your understanding and give examples of these materials including applications of your choice.

“Pada masa kini, termoplastik dan termoset digunakan secara umum di dalam aplikasi harian dari pakaian ke automotif. Saban tahun, termoplastik dan termoset telah berubah dari segi pemrosesan dan kecenderungan untuk kesesuaian aplikasi”.

Berdasarkan kenyataan di atas, jelaskan secara ringkas termoplastik dan termoset mengikut kefahaman anda dan beri contoh-contoh bahan-bahan ini beserta aplikasi pilihan anda.

(30 marks/markah)

- [b] Explain briefly how polymer chains of a thermoplastic behave below and above glass transition temperature.

Jelaskan secara ringkas bagaimana kelakuan rantai polimer termoplastik di atas dan di bawah suhu peralihan kaca.

(30 marks/markah)

- [c] POL cooperation is a leading manufacturer in pipe manufacturing. As a leading pipe manufacturer they have quality control checks on all their products from raw material up to finished product. A quality control check was done on the newly arrived PVC resin from a local vendor using gel permeation chromatography. Given is the fractional distribution for a polyvinyl chloride resin;

POL cooperation adalah salah satu pengeluar terkemuka paip. Sebagai pengeluar paip yang terkemuka, pemeriksaan kualiti mutu dilakukan ke atas produk mereka dari bahan mentah hingga ke produk siap. Pemeriksaan kualiti mutu dilakukan ke atas PVC resin yang baru diterima dari pembekal tempatan dengan menggunakan kromatografi penelapan gel. Diberi adalah taburan pecahan untuk resin polivinilklorida;

Weight fraction	Molecular weight
0.02	7000
0.32	11000
0.20	16000
0.25	23000
0.12	31000
0.09	39000

From the given information calculate;

- (i) the number average molecular weight
- (ii) weight average molecular weight
- (iii) PDI of the mixture.

Daripada maklumat yang diberi kirakan;

- (i) *Berat molekul purata nombor*
- (ii) *Purata berat molekul berat*
- (iii) *Polidispersiti bagi campuran*

(40 marks/markah)

3. [a] It is known that the density of a crystalline polymer is greater compared to an amorphous polymer. This is due to the ability of the main chains to come closely packed together in a crystalline structure. Base on your understanding; write short notes on what determines the degree of crystallinity of a polymer. Include the following points in your explanation:

- (i) Rate of cooling during solidification
- (ii) Monomer complexity
- (iii) Chain configuration
- (iv) Isomerism
- (v) Copolymerism

Telah diketahui secara umum bahawa ketumpatan bagi polimer berhablur adalah lebih tinggi berbanding polimer amorfus. Pekara ini disebabkan oleh keupayaan rantai-rantai utama untuk merapat dan membentuk struktur hablur. Mengikut kefahaman anda, tulis nota ringkas tentang apa yang menentukan darjah penghabluran polimer. Sertakan pekara-pekerja berikut dalam huraian anda:

- (i) Kadar penyejukan semasa pemejalan*
- (ii) Kompleksiti monomer*
- (iii) Konfigurasi rantai*
- (iv) Isomerisme*
- (v) Kopolimerisme*

(50 marks/markah)

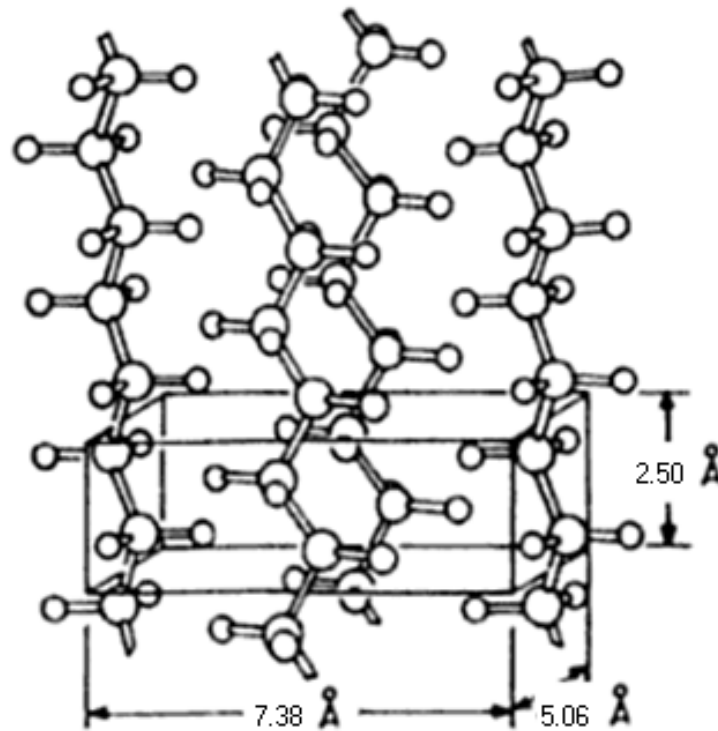


Figure 2 - Density of amorphous polyethylene = 0.866g/cm^3

Rajah 2 - Ketumpatan polietelina amorfus = 0.866g/cm^3

- [b] Atactic polyethylene structure holds some disadvantages when used. Modification to its molecular structure will make it more durable and suitable for outdoor applications. Above is a predicted model using computer software of a modified polyethylene. From the data and figure given above, calculate the theoretical value for the degree of crystallinity of the polyethylene with a density of 0.983 g/cm^3

Polietelina ataktik mempunyai beberapa kelemahan semasa digunakan. Pengubahsuaian terhadap struktur molekulnya akan membuat polimer itu lebih tahan lasak dan sesuai untuk kegunaan aplikasi luar. Gambarajah atas menunjukkan satu model polietelina terubahsuai yang telah diramal oleh pengisian komputer. Daripada data dan maklumat yang telah diberikan, kirakan nilai teoretikal darjah penghabluran bagi polietelina yang berketumpatan 0.983 g/cm^3 .

(50 marks/markah)

...8/-

4. [a] Commonly, tensile tests are done to obtain the mechanical properties of polymer. The test is done to measure the amount of stress a polymer could withstand under stretching until it breaks. A study on the behavior of semi crystalline polymers under stress was done and the graph below was obtained.

Secara umumnya, ujian tegangan dilakukan untuk mendapatkan sifat mekanik sesuatu polimer. Ujian ini dilakukan untuk mengukur ketahanan sesuatu polimer apabila dikenakan tegasan sehingga ia putus. Suatu kajian telah dilakukan ke atas sifat polimer separa hablur di bawah tegasan dan graf di bawah telah diperolehi.

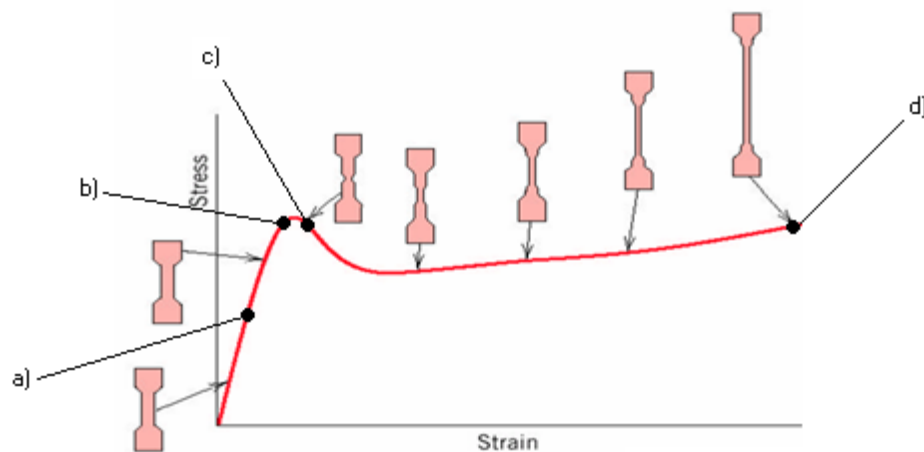


Figure 3 - Stress- strain relationship of a semicrystalline polymer

Rajah 3 - Hubungan tegasan-tegangan suatu polimer semi- hablur

Base on the graph obtained;

- (i) Identify the points which are label on the curve.
- (ii) Briefly explain the stages occurred during plastic deformation.
- (iii) Suggest a model that could represent semi crystalline polymer. Draw and label completely the suggested model of the semi-crystalline polymer.

Berdasarkan graf yang diperolehi;

- (i) Kenalpastikan titik- titik yang dilabelkan di atas.*
- (ii) Huraikan secara ringkas peringkat yang berlaku semasa ubah bentuk plastik.*
- (iii) Cadangkan suatu model yang boleh mewakili polimer separa hablur. Lukis dan label sepenuhnya model yang telah dicadangkan untuk polimer separa hablur tersebut.*

(50 marks/markah)

- [b] A stress of 17 MPa is applied to a polymer that operates at a constant strain. After 6 months, the stress drops to 5.9 MPa. For a particular application, a part made of the same polymer must maintain a stress of 6.2 MPa after 12 months. What should the original stress applied to the polymer for this application?

Satu tegasan sebanyak 17 MPa telah dikenakan pada polimer yang beroperasi dalam keadaan terikan malar. Selepas 6 bulan, tegasan tersebut berkurang kepada 5.9 MPa. Untuk aplikasi tertentu, bahagian yang diperbuat daripada polimer yang sama mesti mengekalkan tegasan sebanyak 6.2 MPa selepas 12 bulan. Apakah nilai tegasan asal yang dikenakan terhadap polimer untuk aplikasi ini?

(50 marks/markah)

5. [a] Elastomer is a polymeric materials that have been used to produce a variety of products. Give the processing flow chart to produce elastomeric products that have good tensile strength. Please give the definition of all process involved and state the vulcanization systems of your choice.

Elastomer merupakan sejenis bahan polimer yang digunakan untuk menghasilkan pelbagai produk. Berikan carta alir pemprosesan bagi menghasilkan produk elastomer yang mempunyai kekuatan tensil yang baik. Sila berikan definisi ringkas proses-proses yang terlibat bagi menghasilkannya dan nyatakan sistem pemvulkanan yang dipilih.

(70 marks/markah)

- [b] Explain the benefits of nanomaterials and TWO applications of nanomaterials.

Terangkan kelebihan bahan nano dan DUA aplikasi bahan nano tersebut.

(30 marks/markah)

6. [a] Creep phenomenon is a common behaviour for visco-elastic polymer. Explain how creeps data can be used to predict the polymers life time by incorporate the related graphs.

Fenomena krip/rayapan merupakan kelakuan umum bagi bahan polimer yang bersifat likat-kenyal. Jelaskan bagaimana data krip/rayapan dapat digunakan untuk menentukan jangka hayat sesuatu bahan polimer dengan melakarkan graf-graf berkaitan.

(60 marks/markah)

- [b] Discuss TWO types of non-Newtonian flow behavior which were characterized by the way a fluid's viscosity changes in response to variations in shear rate.

Bincangkan DUA jenis sifat aliran tidak Newtonian yang dicirikan dengan perubahan kelikatan cecair hasil tindakbalas terhadap variasi dalam kadar ricihan.

(40 marks/markah)

7. [a] By using schematic diagrams, describe the similarities and differences of blow moulding and blown film extrusion. Explain general steps involve in these processing methods.

Dengan menggunakan gambarajah skema, terangkan persamaan dan perbezaan antara pengacuanan peniupan dan pengekstrudan tiupan filem. Terangkan langkah-langkah umum yang terlibat dalam kaedah pemprosesan ini.

(60 marks/markah)

- [b] Define tensile strength at yield, tensile strength at break, elongation at break and toughness. Using stress versus strain plot, show clearly each point.

Takrifkan kekuatan tegangan pada takat alah, kekuatan tegangan dan pemanjangan takat putus dan keliatan. Berdasarkan kepada lakaran tegasan melawan tegangan, tunjukkan setiap titik dengan jelas.

(40 marks/markah)