
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination
Academic Session 2008/2009

April/May 2009

EBP 307/2 – Polymer Rheology
[Reologi Polimer]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

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

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

This paper contains THREE questions from PART A and THREE questions from PART B.

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

Instruction: Answer TWO questions from PART A, and TWO questions from PART B. If a candidate answers more than four questions only the four answers will be examined and awarded marks.

[Arahan: Jawab DUA soalan dari BAHAGIAN A, dan DUA soalan dari BAHAGIAN B. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat 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.]

PART A / BAHAGIAN A

1. [a] Write the power law in the form of: $\eta = \eta(\tau)$.

Tulis hukum kuasa dalam bentuk berikut: $\eta = \eta(\tau)$.

(10 marks/markah)

- [b] Write short notes on the following:

Tuliskan nota ringkas bagi yang berikut:

- (i) Rheological equations of state for ideal fluids.

Persamaan keadaan reologi bagi bendalir unggul.

(30 marks/markah)

- (ii) Time dependent fluids.

Bendalir bersandar masa.

(30 marks/markah)

- (iii) The power law model.

Model hukum kuasa.

(30 marks/markah)

2. [a] Briefly discuss the following statements:

Secara ringkas bincangkan kenyataan-kenyataan berikut:

- (i) Newton's law (for flow) and Hooke's law (for elasticity) cannot be used to describe the rheological behavior of polymeric materials.

Hukum Newton dan Hukum Hooke tidak boleh digunakan untuk menerangkan kelakuan reologi bahan polimer.

(30 marks/markah)

- (ii) Polymer melts and solutions display three characteristic regions of flow properties over a wide range of shear rates (Figure 1).

Leburan dan larutan polimer mempamerkan tiga ciri kawasan bagi sifat-sifat aliran pada julat tegasan terikan yang luas (Rajah 1).

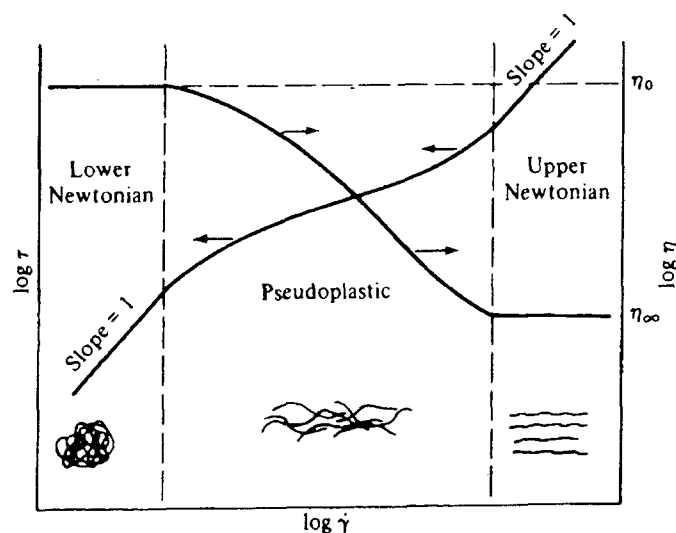


Figure 1 – Generalized flow properties for polymer melts and solutions.

Rajah 1 – Sifat-sifat aliran umum bagi leburan dan larutan polimer.

(30 marks/markah)

- [b] Using the power law, $\tau = m\dot{\gamma}^n$ on the following data, determine m and n . Consider only 2 decimal points throughout your calculations.

Dengan menggunakan hukum kuasa $\tau = m\dot{\gamma}^n$ terhadap data berikut, tentukan m dan n . Pertimbangkan hanya dua titik perpuluhan dalam pengiraan anda.

τ (Nm ⁻²)	$\dot{\gamma}$ (s ⁻¹)
36.5	415
43.4	748
47.1	929
53.6	1360
56.6	1630
61.6	2110
65.3	2360
69.5	2710
74.8	3400

(40 marks/markah)

3. Derive the expressions for the shear stress and shear rate at wall for a Newtonian fluid flowing through between 2 wide parallel flat plates. State your assumptions.

Terbitkan ungkapan bagi tegasan ricih dan kadar ricih pada dinding untuk bendalir Newtonian yang mengalir di antara dua plat selari yang lebar. Nyatakan anggapan-anggapan anda.

(100 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

4. [a] Figure 2 depicts the effect of temperature towards velocity profile of a polymer melt inside a capillary rheometer barrel at two different test temperatures, i.e. 180°C and 220°C. It can be clearly detected that deviation between experimental results and theoretical calculation are more significant at 180°C.

What would have caused the deviation and why it is reducing with increasing temperature?

Rajah 2 menunjukkan kesan suhu terhadap profil halaju suatu leburan polimer di dalam barel reometer kapilari pada dua suhu ujian yang berbeza, iaitu 180°C dan 220°C. Dapat diperhatikan dengan jelas bahawa sisihan antara keputusan eksperimen dan pengiraan teori amat ketara pada 180°C.

Apakah yang menyebabkan sisihan tersebut dan kenapakah ia berkurangan dengan peningkatan suhu.

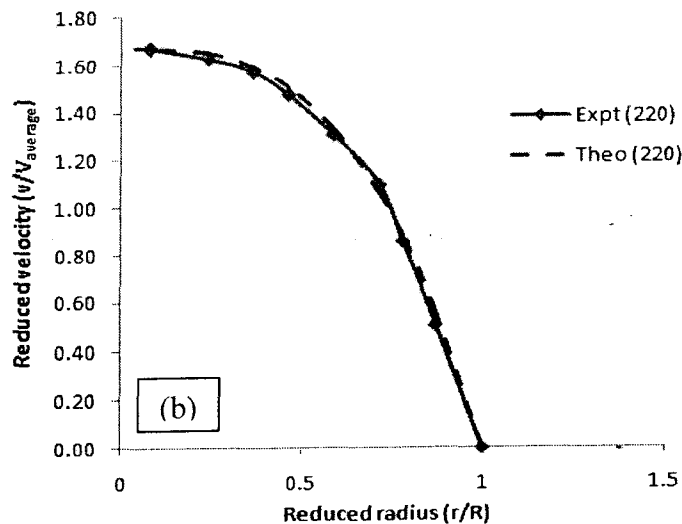
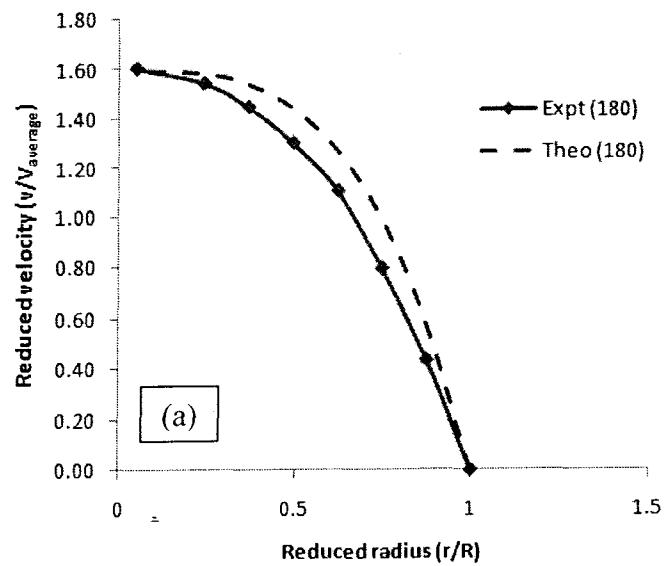


Figure 2: Comparative evaluation of velocity profiles of ABS polymer obtained from experimental and calculated theoretical values at extrusion temperature of: (a) 180°C, and (b) 220°C (Notes: Extrusion pressure = 30 kg/cm² and L/D=4).

Rajah 2: Penilaian bandingan profil halaju polimer ABS yang diperolehi dari kaedah eksperimen dan nilai pengiraan teori pada suhu pengestrudan: (a) 180°C dan (b) 220°C (Nota: Tekanan pengestrudan = 30 kg/cm² dan L/D = 4).

(50 marks/markah)

...7/-

- [b] Although the measurement of extrudate swell seems to be physically simple, there are a lot of difficulties in obtaining a reasonable result. List factors that contribute to these difficulties and suggest techniques that can be used to overcome problems faced during extrudate swell measurement.

Walaupun pengukuran pembengkakan ekstrudat dilihat mudah dari segi fizikal, namun, terdapat pelbagai kesukaran bagi memperoleh keputusan yang baik. Senaraikan faktor-faktor yang menyumbang kepada kesukaran tersebut dan cadangkan beberapa teknik-teknik yang mampu mengatasi masalah yang dihadapi semasa pengukuran pembengkakan ekstrudat.

(50 marks/markah)

5. [a] A MFI test was conducted at 220°C using a standard 3.80 kg load. However, the test was conducted using an instrument that has been geometrically modified. The piston plunger has a diameter of 1.9 cm and the die diameter is 2.2 mm.

By assuming that L/D ratio of the die is 8 and the tested polymer has a melt density of 0.79 g/cm³, calculate the rheological parameters (i.e. shear stress, shear rate and viscosity) if MFI result gives a value of 30.

Suatu ujian MFI dijalankan menggunakan suatu beban piawai seberat 3.80 kg. Namun, ujian tersebut dilaksanakan menggunakan suatu peralatan MFI yang telah diubahsuai. Penolak piston alatan tersebut berdiamater 1.9 cm dan diameter dai yang digunakan ialah 2.2 mm.

Dengan menganggap nisbah L/D dai ialah 8 dan leburan polimer yang diuji mempunyai ketumpatan leburan 0.79 g/cm³, kirakan parameter-parameter reologi (iaitu tegasan ricih, kadar ricih dan kelikatan) sekiranya keputusan ujian MFI tersebut memberi nilai 30.

(60 marks/markah)

- [b] With an aid of a suitable diagram, give an overview on how melt fractures evolve during extrusion process and what could be the possible causes of their occurrences.

Berbantuan rajah yang sesuai, berikan suatu gambaran keseluruhan tentang bagaimana rekahan leburan berlaku dalam proses pengestrudan dan apakah penyebab-penyebab yang mungkin terhadap kejadian tersebut.

(40 marks/markah)

6. [a] Using a general example of flow curves obtained from a rheological study, describe how superposition technique can be implemented and state the motivational factor that inspired such technique to be developed.

Dengan menggunakan suatu contoh umum lengkungan aliran yang diperolehi daripada suatu kajian reologi, perincikan bagaimana teknik superposisi boleh dilaksanakan dan nyatakan faktor motivasi yang mencetuskan pembangunan teknik sedemikian.

(50 marks/markah)

- [b] Sketch schematic diagram of a cone and plate rheometer and derive mathematical equation that describe how viscosity values can be determined from this type of rheometer.

Also, list three problems that arise when measuring rheological behavior of filled polymer melt using a cone and plate rheometer.

Lakarkan rajah skematik bagi suatu reometer kon dan plat dan terbitkan persamaan matematik yang menerangkan bagaimana kelikatan boleh ditentukan menggunakan reometer jenis ini.

Senaraikan juga, tiga masalah yang dihadapi semasa pengukuran kelakuan reologi leburan polimer yang berpengisi menggunakan reometer kon dan plat.

(50 marks/markah)