

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2002/2003

April 2003

**KIT 254 – POLIMER**

Masa: 2 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi EMPAT muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab sebarang EMPAT soalan.

Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan, hanya empat soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.

1. (a) Dalam satu eksperimen bagi menentukan jisim molar suatu sampel polimer, lapan pecahan daripada sampel itu telah dianalisis. Keputusan bagi kuantiti relatif dan berat molekul pecahan-pecahan berkenaan telah diperolehi seperti berikut:

Kuantiti relatif dalam % berat	3	12	30	28	10	7	6	4
Berat molekul dalam $10^3 \text{ g mol}^{-1}$	2	4	3	6	7	9	11	20

Hitunglah berat molekul purata-berat,  $\bar{M}_w$ , dan berat molekul purata-bilangan,  $\bar{M}_n$  bagi polimer ini. Kemudian berikan indeks poliserakannya.

(15 markah)

- (b) Lakarkan graf perubahan isipadu tentu terhadap suhu yang diperolehi apabila polimer amorfus dan polimer semihablur dipanaskan. Labelkan keadaan-keadaan fizik polimer yang mungkin wujud semasa pemanasan. Huraikan perbezaan antara kedua-dua graf.

(10 markah)

-2-

2. (a) Beri satu contoh tindak balas pembentukan polimer yang berlangsung secara pempolimeran berperingkat. Namakan monomer-monomer dan hasilnya.  
(4 markah)
- (b) Tuliskan ungkapan yang menghubungkan darjah pempolimeran purata-bilangan,  $\bar{x}_n$ , dengan perluasan tindak balas,  $p$ , bagi masing-masing campuran monomer yang ekuimolar dan yang tidak ekuimolar. Bagi kes pertama, namakan persamaan berkenaan. Bagi kes kedua, nyatakan kepentingan persamaan itu di dalam penghasilan polimer.  
(6 markah)
- (c) Suatu campuran ekuimolar asid tereftalik dan etilena glikol yang masing-masing berkepekatan 1 M telah dibiarkan menjalani pempolimeran pada suhu terkawal. Setelah 99% tindak balas berlangsung, sebanyak 0.002 M asid etanoik telah ditambahkan ke dalamnya.  
Hitung berat molekul polimer yang terbentuk pada ketika itu dan bandingkan dengan nilai yang diperolehi sekiranya tanpa penambahan asid etanoik.

(15 markah)

3. (a) Tuliskan kesemua langkah tindak balas dalam mekanisme pempolimeran polivinil klorida yang menggunakan bahan pemula. Anggapkan penamatan rantai berlaku secara cantuman.  
Dengan menggunakan penghampiran keadaan mantap, terbitkan persamaan kadar pempolimeran bagi sistem di atas dan buktikan bahawa panjang rantai kinetiknya,  $v$ , adalah seperti berikut:

$$v = \left[ \frac{k_p}{2(f k_d k_t)^{\frac{1}{2}}} \right] \frac{[M]}{[I]^{\frac{1}{2}}}$$

(15 markah)

- (b) Hitungkan nisbah suapan asid adipik dan heksametilena diamina yang harus digunakan untuk mendapatkan suatu poliamida dengan berat molekul 15000 g mol<sup>-1</sup> pada pertukaran 99.5%. Seterusnya ramalkan kumpulan hujung bagi polimer ini.

(10 markah)

4. (a) Tuliskan tindak balas pembentukan polimer daripada setiap monomer berikut dan tentukan hasilnya sama ada polimer kondensasi atau penambahan:
- $\text{HO}-(\text{CH}_2)_5-\text{COOH}$
  - $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2 + \text{ClOC}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COCl}$
  - $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{COOH}$
  - $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CH} = \text{CH}_2$
  - Akronitril + isoprena
- Apakah jenis polimer bagi (v) ?

(13 markah)

- (b) Pertimbangkan suatu sistem pemolimeran rantai yang menggunakan bahan pemula di mana penamatan rantai berlaku secara cantuman.

Tuliskan ungkapan bagi  $\bar{x}_n$  sekiranya:

- Tiada pemindahan rantai berlaku.
- Pemindahan rantai berlaku ke monomer dan pemula
- Buktikan bahawa dalam keadaan (i),  $\bar{x}_n$  adalah sama dengan dua kali panjang rantai kinetik.

(Nota: Gantikan semua sebutan  $[M]$ )

(12 markah)

5. (a) Bagi satu rantai molekul poli(metil metakrilat) dalam pelarut baik kiralah nisbah isipadu rantai kepada isipadu gegelung jika berat molekulnya adalah  $\bar{M}_n = 700,000 \text{ g mol}^{-1}$ .

[ Anggap jisim molekul monomer  $100 \text{ g mol}^{-1}$  dan ketebalan serta panjang tembereng adalah sama ].

(5markah)

- (b) Perubahan tekanan osmosis,  $\Pi$ , suatu larutan polistirena, PS terhadap kepekatan larutan,  $c$  dalam  $\text{g mL}^{-1}$ , didapati menurut persamaan berikut:

$$\frac{\Pi}{RT} = (2.5 \times 10^{-6}) c + (0.5 \times 10^{-3}) c^2$$

- Berapakah berat molekul purata bilangan,  $\bar{M}_n$  ?
- Adakah pelarut yang terlibat baik atau lemah atau pelarut  $\Theta$  bagi PS? Beri alasan anda.

(4 markah)

- (c) Bagi suatu polimer, panjang berkeras suatu makromolekul,  $l_p$ , dikaitkan dengan tenaga rintangan kepada putaran dalaman,  $\Delta\varepsilon = (4.2 \times 10^{-20})$  J. Dengan mengangap bahawa  $l_o$  adalah sama dengan  $10 \text{ \AA}$  ;
- (i) Tunjukkan sama ada polimer ini lentur statik atau tidak pada suhu  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- (ii) Apakah darjah pemolimeran yang perlu dipunyai oleh polimer ini supaya molekulnya kelihatan lentur statik?

[Pemalar Boltzmann  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ JK}^{-1}$ ]

(6 markah)

- (d) Suatu sampel polietilena, PE, dalam keadaan lebur dan berberat molekul  $\overline{M}_n = 140,000 \text{ g mol}^{-1}$  mempunyai jarak hujung-ke-hujung rantai bernilai  $200 \text{ \AA}$ . Jika rantai PE diregang sepenuhnya pada suhu  $\Theta$ , kiralah
- (i) panjang rantai PE.
- (ii) perubahan entropi,  $\Delta S$  (per mol rantai)
- (iii) perubahan tenaga bebas,  $\Delta F$  (per mol rantai)

[Pemalar Boltzmann  $k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$ . Anggap suhu  $\Theta = 35 \text{ }^\circ\text{C}$ .]

(10 markah)