

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

**EKC 353 – Pengoptimuman Bagi Proses-Proses Kimia**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH mukasurat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi LIMA soalan. Jawab mana-mana EMPAT soalan.

Para pelajar boleh menjawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia. Jika anda ingin menjawab dalam Bahasa Inggeris, anda hendaklah menjawab sekurang-kurangnya SATU soalan dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. Selesaikan bagi nilai  $x$  yang memaksimumkan  $f(x) = -1.5 x^6 - 2x^4 + 12 x$
- [a] Gunakan kaedah pencarian keratan emas. Gunakan tekaan awal  $x_1 = 0$  dan  $x_u = 2$  dan tunjukkan tiga lelaran.  
[10 markah]
- [b] Gunakan interpolasi kuadratik. Gunakan tekaan awal  $x_0 = 0$  dan  $x_1 = 1$  dan  $x_2 = 2$  dan tunjukkan tiga lelaran.  
[8 markah]
- [c] Gunakan kaedah Newton. Gunakan tekaan awal  $x_0 = 2$  dan tunjukkan empat lelaran.  
[7 markah]

Berikan komen bagi jawapan anda.

1. Solve for the value of  $x$  that maximizes  $f(x) = -1.5 x^6 - 2x^4 + 12 x$
- [a] Using the golden section search. Employ initial guesses of  $x_1 = 0$  and  $x_u = 2$  and perform three iterations.  
[10 marks]
- [b] Using quadratic interpolation. Employ initial guesses of  $x_0 = 0$  and  $x_1 = 1$  and  $x_2 = 2$  and perform three iterations.  
[8 marks]
- [c] Using Newton's method. Employ an initial guess of  $x_0 = 2$  and perform four iterations.  
[7 marks]

Comment on your answers.

2. [a]  $f(x,y) = 2 xy + 1.5 y - 1.25 x^2 - 2 y^2$
- [i] Mulakan dengan tekaan awal  $x = 1$  dan  $y = 1$  dan gunakan tiga aplikasi kaedah menaik tercuram kepada  $f(x,y)$ .
- [ii] Daripada keputusan [i] binakan satu plot yang menunjukkan laluan pencarian tersebut.  
[17 markah]

...3/-

- [b] Satu reaktor kelompok beroperasi selama 1 jam menghasilkan dua produk menurut mekanisme tindakbalas selari:  $A \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow C$ . B adalah hasil yang dikehendaki dan akan dimaksimumkan. Kedua-dua tindakbalas adalah tidak berbalik dan tertib pertama kepada A dan pemalar-pemalar kadar adalah masing-masing  $k_1$  dan  $k_2$ . Suhu operasi adalah  $200^\circ\text{C}$  dan pemalar-pemalar kadar berubah mengikut persamaan Arrhenius. Senaraikan (i) fungsi objektif, (ii) pembolehubah dan (iii) kekangan ketidaksamaan.

[8 markah]

2. [a]  $f(x,y) = 2xy + 1.5y - 1.25x^2 - 2y^2$

[i] Start with an initial guess of  $x = 1$  and  $y = 1$  and apply three applications of the steepest ascent method to  $f(x,y)$ .

[ii] Construct a plot from the results of [i] showing the path of the search.

[17 marks]

- [b] A batch reactor operating over a 1-h period produces two products according to the parallel reaction mechanism:  $A \rightarrow B$ ,  $A \rightarrow C$ . B is the desired product and is to be maximized. Both reactions are irreversible and first order in A and rate constants are  $k_1$  and  $k_2$ , respectively. The operating temperature is  $200^\circ\text{C}$  and the rate constants vary according to Arrhenius equation. List (i) the objective function, (ii) the variables, (iii) the equality constraints and (iv) the inequality constraints.

[8 marks]

3. [a] Pertimbangkan masalah pengaturcaraan linear.

Minimumkan  $f(x,y) = (5/3)x + y$

Merujuk kepada

$$x + 2.5y \leq 15$$

$$x + y \leq 7$$

$$2x + y \leq 9$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

Dapatkan penyelesaian

[i] Secara grafik

[ii] Menggunakan kaedah simpleks.

[15 markah]

...4/-

- [b] Satu kilang penapisan mempunyai dua minyak mentah yang mempunyai hasil seperti yang ditunjukkan dalam Jadual S 3 [b] berikut. Disebabkan peralatan dan penyimpanan yang terhad, penghasilan gasolin, kerosin dan minyak bahan api perlu dihadkan seperti yang ditunjukkan di dalam jadual. Penghasilan produk-produk lain tidak mempunyai had loji seperti minyak gas. Keuntungan dalam memproses minyak mentah #1 ialah RM 1/tong dan minyak mentah #2 ialah RM 0.70/tong. Formulakan fungsi objektif bagi mendapatkan kadar suapan harian optimum kedua-dua minyak mentah ke loji. Tunjukkan kekangan.

Jadual S 3 [b]

	Peratus isipadu hasil		Penghasilan maksimum yang dibenarkan (tong/hari)
	Minyak mentah # 1	Minyak mentah # 2	
Gasolin	70	31	6,000
Kerosin	6	9	2,400
Minyak bahan api	24	60	12,000

[10 markah]

3. [a] Consider the linear programming problem:

$$\text{Minimize } f(x,y) = (5/3)x + y$$

Subject to

$$x + 2.5y \leq 15$$

$$x + y \leq 7$$

$$2x + y \leq 9$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

Obtain the solution

[i] Graphically

[ii] Using the simplex method

[15 marks]

...5/-

[b] A refinery has two available crude oils that have the yields shown in the following Table Q 3 [b]. Because of equipment and storage limitations, production of gasoline, kerosene, and fuel oil must be limited as also shown in this table. There are no plant limitations on the production of other products such as gas oils.

The profit on processing crude #1 is RM 1/bbl and on crude #2 it is RM0.70/bbl. Formulate the objective function to obtain the optimum daily feed rates of the two crudes to this plant. Indicate the constraints.

Table Q 3 [b]

	Volume Percent Yields		Maximum Allowable Production (bbl/day)
	Crude # 1	Crude # 2	
Gasoline	70	31	6,000
Kerosene	6	9	2,400
Fuel Oil	24	60	12,000

[10 marks]

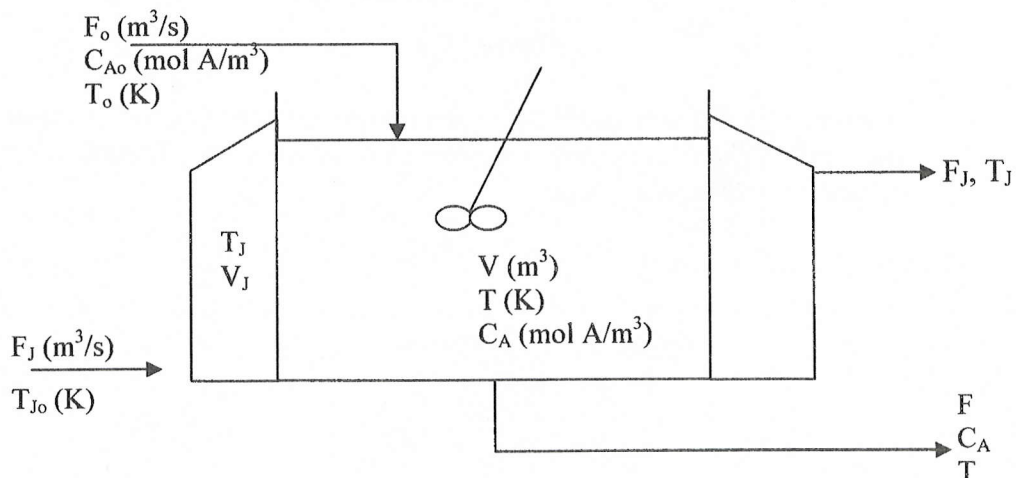
4. [a] Andaian-andaian memainkan peranan penting dalam pemodelan matematik bagi proses kimia. Terangkan?

[5 markah]

[b] Bezakan antara sistem makroskopik dan sistem mikroskopik dengan contoh-contoh yang sesuai.

[5 markah]

[c] Pertimbangkan CSTR tidak sesuhu seperti yang di tunjukkan dalam Rajah S 4. Tindakbalas tidak berbalik, eksotermik,  $A \xrightarrow{k} B$  berlaku di dalam reaktor tersebut. Tindakbalas ini bertertib n merujuk kepada A dan mempunyai haba tindakbalas  $\lambda$  (kJ/kmol A yang bertindakbalas). Abaikan kehilangan haba dan ketumpatan adalah malar.



Rajah S 4

...6/-

Jaket penyejuk disekeliling reaktor bertujuan untuk menyingkirkan haba tindakbalas. Andaikan cecair penyejuk bercampur dengan baik. Bangunkan model matematik keadaan tidak mantap yang menerangkan sistem tersebut.

[15 markah]

4. [a] Assumptions play an important role in mathematical modeling of chemical processes. Explain?

[5 marks]

[b] Distinguish between a macroscopic system and a microscopic system with suitable examples.

[5 marks]

[c] Consider the non-isothermal CSTR shown in Figure Q. 4. An irreversible, exothermic reaction,  $A \xrightarrow{k} B$ , takes place in the reactor. The reaction is  $n^{\text{th}}$ -order in reactant A and has a heat of reaction  $\lambda$  (kJ/kmol of A reacted). Negligible heat losses and constant densities can be assumed.

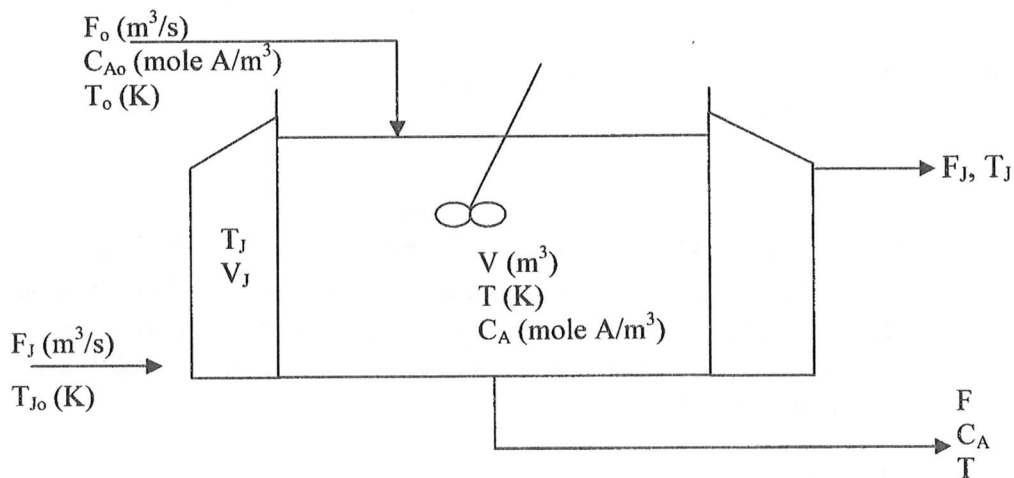


Figure Q. 4

A cooling jacket surrounds the reactor to remove the heat of reaction. Assume the cooling liquid is perfectly mixed. Develop an unsteady state mathematical model describing the system.

[15 marks]

...7/-

5. [a] Persamaan yang menerangkan tentang CSTR sesuhu adalah:

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{1}{\tau} (C_{A0} - C_A) - k C_A$$

di mana  $C_A$  – Kepekatan komponen A di dalam reaktor, (kmol A/m<sup>3</sup>)

$C_{A0}$  – Kepekatan komponen A di dalam aliran suapan (kmol A/m<sup>3</sup>)

$\tau$  - masa ruang, min.

$k$  – kadar tindakbalas tentu, min<sup>-1</sup>

$t$  – masa pemboleh ubah tidak bersandar, min.

Terangkan kegunaan algoritma Euler tertib pertama bagi menyelesaikan persamaan di atas.

[5 markah]

- [b] Bangunkan satu model matematik yang menerangkan turus penyulingan binari ideal dengan menganggapkan limpahan sama molar. Tunjukkan dengan jelas semua andaian yang di buat.

[20 markah]

5. [a] *The equation describing an isothermal CSTR is*

$$\frac{dC_A}{dt} = \frac{1}{\tau} (C_{A0} - C_A) - k C_A$$

where  $C_A$  – Concentration of component A in the reactor, (kmol A/m<sup>3</sup>)

$C_{A0}$  – Concentration of component A in the feed stream (kmol A/m<sup>3</sup>)

$\tau$  - the space time, min.

$k$  – specific reaction rate, min<sup>-1</sup>

$t$  – time, independent variable, min.

*Explain the usage of first-order Euler algorithm to solve the above equation.*

[5 marks]

- [b] *Develop a mathematical model describing an ideal binary distillation column assuming equimolar overflow. State clearly all other assumptions made.*

[20 marks]