

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua  
Sidang Akademik 2002/2003

Februari/Mac 2003

**EKC 111 – Imbangan Jisim**

Masa : 3 jam

---

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi ENAM mukasurat yang bercetak dan SATU mukasurat Lampiran sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan. Jawab LIMA soalan. Jawab SEMUA soalan dari Bahagian A dan mana-mana TIGA soalan dari Bahagian B.

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.

Buku Data Kejuruteraan Kimia Disediakan.

...2/-

BAHAGIAN A Jawab SEMUA soalan dari bahagian ini.

1. [a] Cecair toluena ( $C_7H_8$ , graviti tentu = 0.866) mengalir melalui satu paip pada kadar  $175 \text{ m}^3/\text{j}$ . Apakah kadar aliran jisim tersebut dalam  $\text{kg}/\text{min}$  dan kadar aliran dalam  $\text{mol}/\text{s}$  [2 markah]

[b] Tukarkan yang berikut:

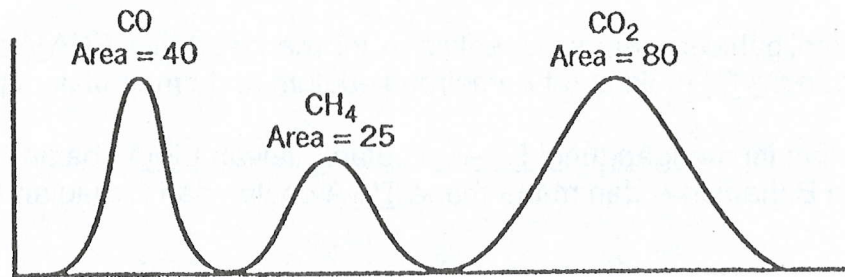
[i]  $20 \frac{\text{Btu}}{\text{kaki-j} - ^\circ\text{F}}$  ke  $\frac{\text{kalori}}{\text{m-s} - ^\circ\text{C}}$

[2 markah]

[ii]  $15 \frac{\text{kalori}}{\text{g} - ^\circ\text{C}}$  ke  $\frac{\text{J}}{\text{kg K}}$  ke  $\frac{\text{Btu}}{\text{lb}_m - ^\circ\text{F}}$

[2 markah]

[c] Campuran gas  $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , dan  $\text{N}_2$  dianalisa dengan menggunakan satu kromotografi gas. Hasil yang tercatat pada perakam carta ditunjuk seperti di dalam Gambarajah S. 1 [c].



Gambarajah S. 1 [c]

Bagi setiap spesis, luas kawasan di bawah puncak berkadaran dengan jumlah mol bahan yang ditunjukkan di dalam sampel. Dari maklumat lain diketahui bahawa nisbah molar metana ( $\text{CH}_4$ ) ke nitrogen ialah 0.2.

[i] Apakah pecahan mol keempat-empat spesis di dalam gas? [10 markah]

[ii] Apakah purata berat molekul gas tersebut? [4 markah]

2. [a] Berikan 10 prosedur secara urutan cara-cara untuk menyelesaikan masalahimbangan jisim

[10 markah]

...3/-

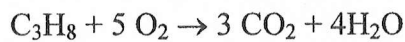
- [b] Bahanapi-bahanapi selain dari gasolin bagi kenderaan-kenderaan bermotor adalah dikenalpasti kerana ia menghasilkan pencemaran yang kurang berbanding dengan gasolin. Propana termampat telah dicadangkan sebagai punca kuasa bahanapi dan ia menunjukkan bahawa, 20 kg  $C_3H_8$  dibakar dengan 400 kg udara untuk menghasilkan 44 kg  $CO_2$  dan 12 kg  $H_2O$ . Kirakan peratus udara yang berlebihan.

Diberi:

$$\text{JMR } C_3H_8 = 44.09 \text{ kg}$$

$$\text{JMR } \text{Udara} = 29 \text{ kg}$$

Tindakbalas adalah:



[10 markah]

BAHAGIAN B Jawab mana-mana TIGA soalan dari bahagian ini.

3. [a] Satu campuran mengandungi 10.0% mol etil alkohol, 75% mol etil alkohol asetat ( $C_4H_8O_2$ ), dan 15% mol asid asitik.

- [i] Hitungkan pecahan jisim setiap komponen.

[3 markah]

- [ii] Apakah purata berat molekul campuran tersebut?

[2 markah]

- [iii] Hitungkan jisim (kg) sampel yang mengandungi 25 kmol etil asetat?

[2 markah]

- [b] Satu aliran gas mengandungi 18% mol hexana ( $C_6H_{14}$ ) dengan graviti tentu 0.659 dan selebihnya adalah nitrogen. Aliran mengalir ke dalam satu pemeluwap, di mana suhunya direndahkan dan sebahagian daripada hexana itu menjadi cecair. Pecahan mol hexana di dalam aliran gas yang meninggalkan pemeluwap ialah 0.05. Cecair hexana terpeluwap pada kadar 1.50 L/min.

- [i] Apakah kadar aliran gas meninggalkan pemeluwap dalam mol/min?

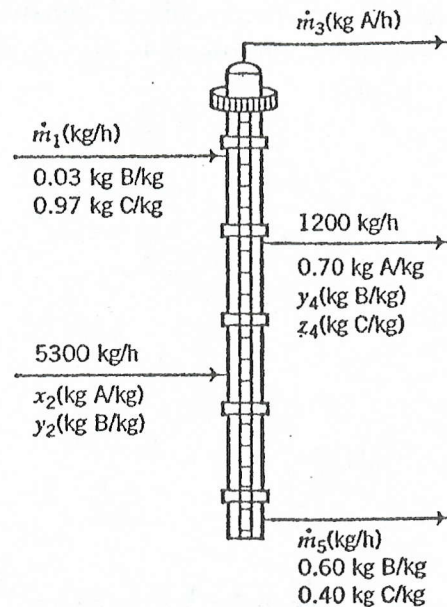
[7 markah]

- [ii] Apakah pecahan hexana masuk ke dalam pemeluwap yang dihasilkan sebagai cecair?

[6 markah]

...4/-

4. [a] Gambarajah S. 4 [a] menunjukkan satu arus penyulingan dengan dua aliran suapan dan tiga aliran produk:



Gambarajah S. 4 [a]

- [i] Terbitkan semua persamaan imbalan bahan untuk sistem tersebut.

[2 markah]

- [ii] Andainya  $m_1 = 1000 \text{ kg/h}$  dan  $x_2 = 0.42$ , selesaikan untuk pembolehubah yang lain.

[5 markah]

- [b] Satu campuran cecair mengandungi 60% berat etanol (E), 5% berat bahan larut yang melarut (S), dan yang selebihnya ialah air. Satu aliran campuran ini disuapkan ke turus penyulingan berterusan yang beroperasi pada keadaan mantap. Aliran produk keluar pada bahagian atas dan bahagian bawah turus. Turus tersebut direkabentuk agar mempunyai kadar aliran jisim yang sama dan aliran pada bahagian atas mengandungi 90% berat etanol tanpa S.

- [i] Lakarkan sistem tersebut.

[7 markah]

- [ii] Hitungkan pecahan jisim S pada aliran bahagian bawah.

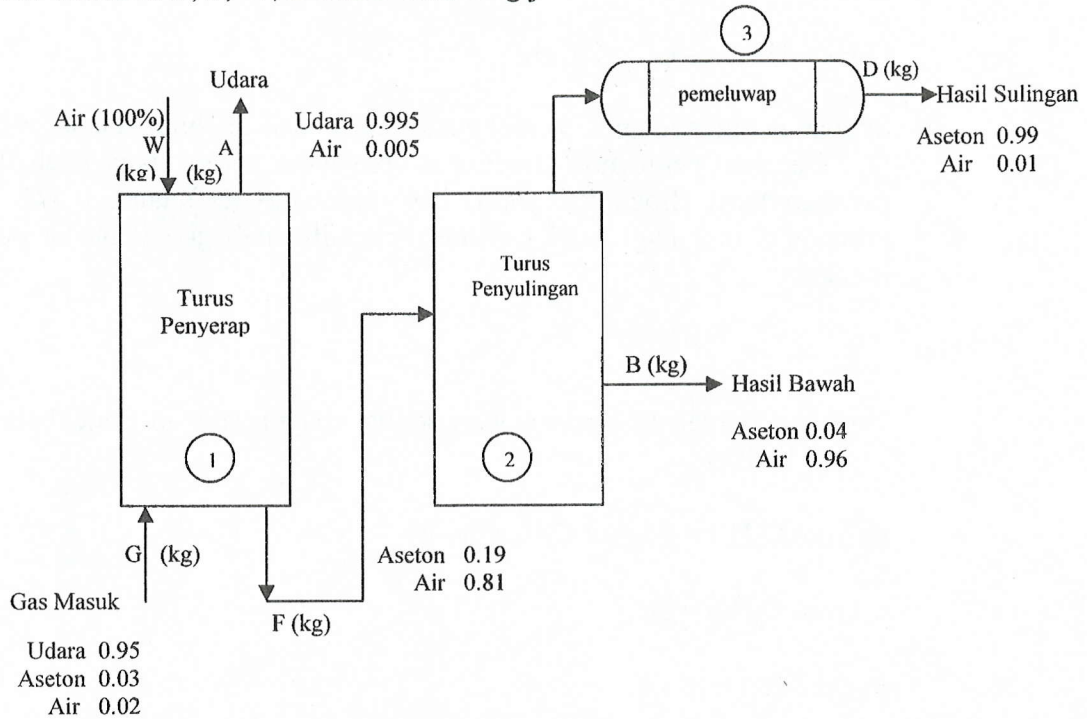
[3 markah]

- [iii] Hitungkan etanol yang hilang melalui hasil bahagian bawah.

[3 markah]

...5/-

5. Aseton digunakan dalam pembuatan pelbagai bahan kimia dan juga pelarut. Peranannya sebagai pelarut mempunyai banyak kekangan kerana pembebasan wap aseton ke persekitaran. Gambarajah S.5 menunjukkan carta aliran bagi perolehan aseton. Kirakan A, F, W, B dan D dalam kg/j.



Gambarajah S.5

Nota: 1. Kesemua kepekatan yang diberikan dalam Gambarajah S. 5 bagi kedua-dua gas dan cecair merupakan dalam peratus berat.

Nota : 2. Kadar aliran bagi gas masuk ke turus penyerap, G ialah 1400 kg/j.

[20 markah]

6. [a] Berikan definisi bagi tindakbalas berbalik dan tindakbalas tak berbalik.

[3 markah]

- [b] Berikan definisi bagi hasil (yield) dan kepemilihan (selectivity) bagi sesuatu tindakbalas kimia.

[3 markah]

- [c] Tindakbalas-tindakbalas berikut berlaku dalam suatu reaktor berterusan pada keadaan mantap dalam kehadiran etanol, hidrogen dan bahan-bahan lengai.



Suapan mengandungi 85% mol etana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) dan selebihnya ialah bahan lengai (I). Pecahan penukaran (fractional conversion) bagi etana ialah 0.501, dan pecahan hasil (fractional yield) bagi etilena ( $\text{C}_2\text{H}_4$ ) ialah 0.471. Kirakan komposisi mol bagi hasil gas dan kepemilihan bagi etilena ke penghasilan metana.

Nota:

Gunakan jumlah komponen yang keluar dalam sebutan tindakbalas lanjutan seperti berikut:

$$n_1 (\text{mol C}_2\text{H}_6) = 85 \text{ mol C}_2\text{H}_6 - \xi_1 - \xi_2$$

$$n_2 (\text{mol C}_2\text{H}_4) = \xi_1$$

$$n_3 (\text{mol H}_2) = \xi_1 - \xi_2$$

$$n_4 (\text{mol CH}_4) = 2 \xi_2$$

$$n_5 (\text{mol I}) = 15 \text{ mol I}$$

[14 markah]

- ooo O ooo -

## Lampiran

## Common Engineering Conversion Factors

Length	Volume
1 ft = 12 in = 0.3048 m, 1 yard = 3 ft 1 mi = 5280 ft = 1609.344 m 1 nautical mile (nmi) = 6076 ft	1 ft <sup>3</sup> = 0.028317 m <sup>3</sup> = 7.481 gal, 1 bbl = 42 U.S. gal 1 U.S. gal = 231 in <sup>3</sup> = 3.7853 L = 4 qt = 0.833 Imp. gal. 1 L = 0.001 m <sup>3</sup> = 0.035315 ft <sup>3</sup> = 0.2642 U.S. gal
Mass	Density
1 slug = 32.174 lb <sub>m</sub> = 14.594 kg 1 lb <sub>m</sub> = 0.4536 kg = 7000 grains	1 slug/ft <sup>3</sup> = 515.38 kg/m <sup>3</sup> , 1 g/cm <sup>3</sup> = 1000 kg/m <sup>3</sup> 1 lb <sub>m</sub> /ft <sup>3</sup> = 16.0185 kg/m <sup>3</sup> , 1 lb <sub>m</sub> /in <sup>3</sup> = 27.68 g/cm <sup>3</sup>
Acceleration & Area	Velocity
1 ft/s <sup>2</sup> = 0.3048 m/s <sup>2</sup> 1 ft <sup>2</sup> = 0.092903 m <sup>2</sup>	1 ft/s = 0.3048 m/s, 1 knot = 1 nmi/h = 1.6878 ft/s 1 mi/h = 1.4666666 ft/s (fps) = 0.44704 m/s
Mass Flow & Mass Flux	Volume Flow
1 slug/s = 14.594 kg/s, 1 lb <sub>m</sub> /s = 0.4536 kg/s 1 kg/m <sup>2</sup> -s = 0.2046 lb <sub>m</sub> /ft <sup>2</sup> -s = 0.00636 slug/ft <sup>2</sup> -s	1 gal/min = 0.002228 ft <sup>3</sup> /s = 0.06309 L/s 1 million gal/day = 1.5472 ft <sup>3</sup> /s = 0.04381 m <sup>3</sup> /s
Pressure	Force and Surface Tension
1 lb <sub>f</sub> /ft <sup>2</sup> = 47.88 Pa, 1 torr = 1 mm Hg 1 psi = 144 psf, 1 bar = 10 <sup>5</sup> Pa 1 atm = 2116.2 psf = 14.696 psi = 101, 325 Pa = 29.9 in. Hg = 33.9 ft H <sub>2</sub> O	1 lb <sub>f</sub> = 4.448222 N = 16 oz, 1 dyne = 1 g-cm/s <sup>2</sup> = 10 <sup>-5</sup> N 1 kg <sub>f</sub> = 2.2046 lb <sub>f</sub> = 9.80665 N 1 U.S. (short) ton = 2000 lb <sub>f</sub> , 1 N = 0.2248 lb <sub>f</sub> 1 N/m = 0.0685 lb <sub>f</sub> /ft
Power	Energy and Specific Energy
1 hp = 550 (ft-lb <sub>f</sub> )/s = 745.7 W 1 (ft-lb <sub>f</sub> )/s = 1.3558 W 1 Watt = 3.4123 Btu/h = 0.00134 hp	1 ft-lb <sub>f</sub> = 1.35582 J, 1 hp-h = 2544.5 Btu 1 Btu = 252 cal = 1055.056 J = 778.17 ft-lb <sub>f</sub> 1 cal = 4.1855 J, 1 ft-lb <sub>f</sub> /lb <sub>m</sub> = 2.9890 J/kg
Specific Weight	Heat Flux
1 lb <sub>f</sub> /ft <sup>3</sup> = 157.09 N/m <sup>3</sup>	1 W/m <sup>2</sup> = 0.3171 Btu/(h-ft <sup>2</sup> )
Viscosity	Kinematic Viscosity
1 slug/(ft-s) = 47.88 kg/(m-s) = 478.8 poise (p) 1 p = 1 g/(cm-s) = 0.1 kg/(m-s) = 0.002088 slug/(ft-s)	1 ft <sup>2</sup> /h = 2.506 · 10 <sup>-5</sup> m <sup>2</sup> /s, 1 ft <sup>2</sup> /s = 0.092903 m <sup>2</sup> /s 1 stoke (st) = 1 cm <sup>2</sup> /s = 0.0001 m <sup>2</sup> /s = 0.001076 ft <sup>2</sup> /s
Temperature Scale Readings	
$^{\circ}\text{F} = (9/5)^{\circ}\text{C} + 32$	$^{\circ}\text{C} = (5/9)(^{\circ}\text{F} - 32)$
$^{\circ}\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 459.69$	$^{\circ}\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273.16$
Specific Heat or Gas Constant*	Thermal Conductivity*
1 (ft-lb <sub>f</sub> )/(slug- $^{\circ}\text{R}$ ) = 0.16723 (N-m) (kg-K) 1 Btu/(lb- $^{\circ}\text{R}$ ) = 4186.8 J/(kg-K)	1 cal/(s-cm- $^{\circ}\text{C}$ ) = 242 Btu/(h-ft- $^{\circ}\text{R}$ ) 1 Btu/(h-ft- $^{\circ}\text{R}$ ) = 1.7307 W/(m-K)
<p>• Note that the intervals in absolute (Kelvin) and <math>^{\circ}\text{C}</math> are equal. Also, 1 <math>^{\circ}\text{R}</math> = 1 <math>^{\circ}\text{F}</math>.</p> <p>Latent heat: 1 J/kg = 4.2995 x 10<sup>-4</sup> Btu/lb<sub>m</sub> = 10.76 lb<sub>f</sub>-ft/slug = 0.3345 lb<sub>f</sub>-ft/lb<sub>m</sub>, 1 Btu/lb<sub>m</sub> = 2325.9 J/kg.</p> <p>Heat transfer coefficient: 1 Btu/(h-ft<sup>2</sup>-<math>^{\circ}\text{F}</math>) = 5.6782 W/(m<sup>2</sup> · <math>^{\circ}\text{C}</math>).</p> <p>Heat generation rate: 1 W/m<sup>3</sup> = 0.09665 Btu/(h-ft<sup>3</sup>)</p> <p>Heat transfer per unit length: 1 W/m = 1.0403 Btu/(h-ft)</p> <p>Mass transfer coefficient: 1 m/s = 11.811 ft/h, 1 lbmol/(h-ft<sup>2</sup>) = .0013562 kmol/(s-m<sup>2</sup>)</p>	