

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1999/2000

September 1999

KIT 253 - Termodinamik Kejuruteraan Kimia

(Masa : 3 jam)

Jawab sebarang LIMA soalan.

Hanya LIMA jawapan yang pertama sahaja akan diperiksa.

Jawab tiap-tiap soalan pada muka surat yang baru.

Kertas ini mengandungi TUJUH soalan (7 muka surat).

1. Suatu campuran gas nitrogen dan siklopropana (nisbah mol, $n_{N_2}/n_{siklopro} = 5$) pada 0°C dialirkan melalui suatu mangkin di dalam sebuah alat bertebat, yang mengakibatkan pertukaran lengkap siklopropana kepada gas propena. Selepas aliran berterusan dalam jangka masa yang mencukupi, suhu telah meningkat kepada nilai mantap 443 K.

Muatan haba molar diberikan seperti berikut :

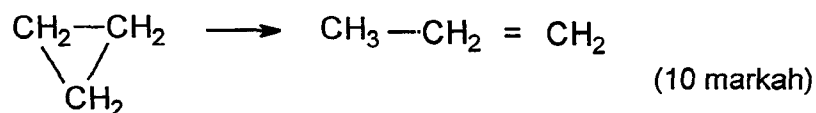
Propena : $C_p = 6.136 + 0.03068 T$, dengan unit C_p ialah J/mol K dan T ialah K.Nitrogen : $C_p = 3.5R$.

Dengan ini muatan haba campuran dinyatakan sebagai

$$C_p = n_1 C_{p1} + n_2 C_{p2} \quad (1)$$

Dengan 1 dan 2 merujuk masing-masing kepada nitrogen dan propena.

- (a) Kiralah haba molar,
- $\Delta H_{\text{tindak balas}}$
- bagi tindak balas



- (b) Kiralah perubahan tenaga dalam molar, $\Delta U_{\text{tindak balas}}$ bagi tindak balas di atas.
(3 markah)
- (c) Tindak balas dijalankan dalam keadaan yang sama seperti di atas, tetapi dimulai pada suhu -10°C . Dengan menggunakan nilai $\Delta H_{\text{tindak balas}}$ yang diperoleh di (a), dan dengan andaian bahawa muatan haba molar (C_p) bagi propena ialah 6.136 J/mol K . nitrogen ialah $\frac{7}{2}R$, dan campuran seperti persamaan (1), kiralah suhu akhir dalam keadaan mantap.
(7 markah)

2. Sebuah tangki yang dilengkapi dengan injap mengandungi n mol gas pada tekanan 10 atm dan suhu bilik 300 K. Injap dibuka dengan tiba-tiba dan gas mengembang secara *adiabatik* dan *takberbalik* melawan tekanan normal tetap (1 atm). Apabila tekanan gas mencapai 1 atm, injap ditutup dan sekali lagi gas di dalam tangki dipanaskan kepada suhu bilik. Kemudiannya, tekanan di dalam tangki didapati 1.346 atm.

- (a) Kiralah nisbah C_p dan C_v , iaitu eksponen adiabatik bagi gas, γ .

Diberi:

Suhu akhir selepas pengembangan *adiabatik* dan *takberbalik* suatu gas unggul dinyatakan sebagai

$$C_p T_f = T_i \left(C_v + \frac{P_f}{P_i} R \right)$$

dengan i dan f masing-masing merujuk keadaan awal dan akhir.

(15 markah)

- (b) Andaikan pengembangan adiabatik di (a) dilakukan dalam keadaan berbalik, berapakah suhu akhir gas tersebut selepas pengembangan. Gunakan nilai eksponen adiabatik yang anda dapatkan di (a).

Diberi : Persamaan adiabatik ialah $P^{(1-\gamma)}T^\gamma = \text{pemalar}$.

(5 markah)

3. Suatu gas mengikut persamaan keadaan berikut :

$$PV = RT - A\frac{P}{T} \quad \text{dengan } A > 0 \text{ dan malar.}$$

- (a) Lakarkan isoterma dan isokor bagi gas ini masing-masing dalam satah PV dan satah PT.

(10 markah)

- (b) Kiralah pekali pengembangan terma, α , dan pekali keternampatan isoterma, κ_T , bagi gas ini dan bandingkan dengan gas unggul.

(10 markah)

4. (a) Kiralah kerja per unit jisim yang diperlukan untuk,

- (i) mengepamkan air daripada 0.1 MPa dan 25 °C kepada 1.5 MPa, dan
 (ii) memampatkan stim secara isoterma daripada 0.1 MPa dan 300 °C kepada 1.5 MPa, dengan menganggapan bahawa stim bersifat gas unggul.

Kedua-dua proses adalah berbalik dan beroperasi dalam keadaan mantap.

(Diberi $R = 0.2882 \text{ kJ/ kg K}$)

(6 markah)

- (c) Kitaran Carnot beroperasi dengan nisbah pemampatan isentropik 5 dan nisbah pengembangan isoterma 2. Isipadu udara pada permulaan pengembangan ialah 0.3 m^3 . Jika suhu dan tekanan maksimum masing-masing ialah 550 K dan 2.06 MPa , kiralah
- (i) suhu minimum kitaran,
 - (ii) kecekapan kitaran,
 - (iii) perubahan entropi semasa pengembangan isoterma, dan
 - (iv) kerja dilakukan.

Hubungan termodinamik bagi kitaran

$$T_2/T_3 = (v_3/v_2)^{\gamma-1} \quad (\text{proses adiabatik})$$

$$P_1/P_4 = P_2/P_3 = (T_3/T_2)^{\gamma-1} \quad (\text{proses isentropik})$$

$$\gamma = 1.4, \text{ dan } 1 \text{ Nm} = 1 \text{ J}, 1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

(14 markah)

5. (a) Suhu dan tekanan suatu stim masing-masing ialah $600 \text{ }^\circ\text{C}$ dan 2000 kPa . Kiralah perubahan entalpi stim tersebut apabila
- (i) tekanan berubah 3250 kPa pada suhu tetap, dan
 - (ii) suhu berubah kepada $800 \text{ }^\circ\text{C}$ pada tekanan tetap.
- Ulaskan jawapan anda tentang sensitiviti entalpi terhadap perubahan suhu dan tekanan.
- (8 markah)
- (b) Lakarkan dengan jelas rajah fasa T-v bagi sistem air, dan labelkan garis sempadan tepu, kawasan-kawasan pembahagian fasa dan titik genting.
- (6 markah)

- (c) Sebuah bekas tegar berisipadu 15 L mengandungi 10 kg air (cecair + wap) berada dalam keseimbangan pada 30 °C . Bekas itu kemudiannya dipanaskan secara perlahan-lahan.
- (i) Tentukan sama ada paras cecair di dalam bekas tersebut akan meningkat ke atas atau menurun ke bawah.
- (ii) Apa pula akan terjadi apabila bekas itu diisi dengan 1 kg air?
(6 markah)

6. (a) Entropi tentu suatu bendalir berubah mengikut persamaan berikut

$$ds = \delta q_{\text{rev}}/T$$

Tunjukkan bahawa perubahan entropi tentu suatu gas unggul daripada keadaan 1 kepada keadaan 2 dinyatakan sebagai

$$s_2 - s_1 = c_p \ln(T_2/T_1) - R \ln(P_2/P_1)$$

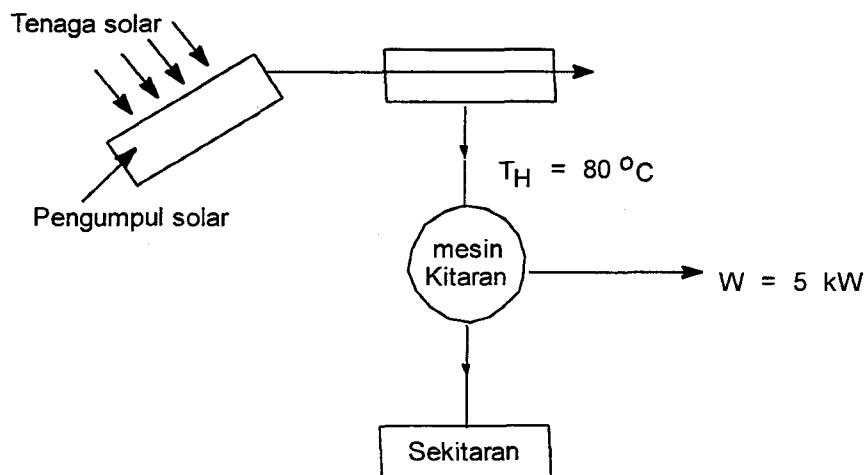
(6 markah)

- (c) Sebuah benjana bertebat diisi udara yang dibahagikan kepada bahagian A dan B oleh dinding yang dilengkapi dengan sebuah injap. Udara di bahagian A mempunyai tekanan dan suhu masing-masing 200 kPa dan 200 °C, manakala tekanan dan suhu udara di bahagian B masing-masing ialah 150 kPa dan 150 °C. Tentukan arah aliran udara tersebut apabila injap dibuka.

Bagi udara, $c_p = 1.005 \text{ kJ/kg K}$, dan $c_v = 0.287 \text{ kJ/kg K}$

(8 markah)

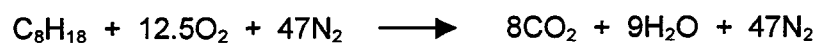
- (d) Sebuah enjin kitaran berbalik menerima haba daripada pengumpul solar pada $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan memindahkan haba ke sekitaran pada $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ seperti yang ditunjukkan dalam rajah di bawah. Pengumpul solar menukarkan hanya 50% daripada tenaga solar yang terpancar ke atasnya kepada tenaga terma. Jika 1 kW tenaga solar mengenai setiap 1 m^2 pengumpul, berapakah luas pengumpul solar yang diperlukan untuk menghasilkan 5 kW kuasa output daripada enjin tersebut?



(6 markah)

7. (a) Terangkan makna pekali prestasi β dan β' dalam kitaran pam haba. (4 markah)

- (b) Berikan takrifan-takrifan udara teori dan nisbah udara-bahan api. Pembakaran oktana di dalam udara ditulis seperti persamaan berikut :



- Tentukan nisbah udara-bahan api berasaskan kmol dan kg bahan api. (6 markah)

- (c) Apakah yang dimaksudkan dengan fugasiti sesuatu gas?

Suatu gas tertentu mengikut persamaan keadaan berikut :

$$PV = RT + bP$$

Dengan b adalah pemalar dan V adalah isipadu molar. Terbitkan persamaan untuk menyatakan fugasiti suatu gas. Jika $b = 0.0211 \text{ L/mol}$, dan $R = 0.082 \text{ L atm/K mol}$, kiralah nilai fugasiti gas tersebut pada suhu $25 \text{ }^\circ\text{C}$.

(10 markah)

oooOOOooo