

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1998/99

Ogos/September 1998

KIT 253 - Termodinamik Kejuruteraan Kimia

Masa : (3 jam)

Jawab sebarang LIMA soalan sahaja.

Hanya LIMA jawapan yang pertama sahaja akan diperiksa.

Jawab tiap-tiap soalan pada muka surat yang baru.

Kertas ini mengandungi TUJUH soalan semuanya (5 muka surat).

Jadual Stim dan data berkaitan diberi.

1. Persamaan (1) menerangkan ketumpatan suatu gas pada 300 K.

$$\rho(P) = aP + bP^2 \quad (1)$$

dengan ρ ialah ketumpatan, unit $[\rho] = \text{g } \ell^{-1}$, P ialah tekanan, unit $[P] = \text{atm}$, $a = 2.033 \text{ g } \ell^{-1} \text{ atm}^{-1}$, dan $b = 0.0201 \text{ g } \ell^{-1} \text{ atm}^{-2}$.

- (a) Tentukan satah x-y yang memadai dengan persamaan (1) yang menjadikan bentuk paling transparan. Lakarkan persamaan (1) di dalam satah dan nyatakan maksud cerunan dan titik silang.

(6 markah)

- (b) Kiralah jisim molekul gas itu.

(4 markah)

- (c) Persamaan *van der Waals* diberikan dalam bentuk

$$P = \frac{RT\left(\frac{\rho}{M}\right)}{1 - B\left(\frac{\rho}{M}\right)} - A\left(\frac{\rho}{M}\right)^2 \quad (2)$$

A dan B ialah pemalar khusus bagi gas yang dibincangkan. Tulis semula persamaan (2) dengan menggunakan $\left(\frac{\rho}{M}\right) = \frac{P}{RT}$ dalam anggaran siri kuasa tertib kedua dalam $\left(\frac{\rho}{M}\right)$. Nyatakan pekali a dan b dalam persamaan (1) dalam anggaran ini hasil daripada persamaan *van der Waals* (persamaan 2).

(Petunjuk: $\frac{1}{1-x} = 1 + x + \dots$ bagi $x < 1$)

(10 markah)

2. Andaikan kita mempunyai 30 mol suatu gas unggul dengan $C_v = 5/2 R$.

- (a) Gas dibiarkan mengembang dalam dua langkah, (i) secara *isoterma* dan *berbalik* daripada 100 atm dan 10 ℓ, kepada 10 atm, dan selepas itu, (ii) secara *adiabatik* dan *berbalik* kepada tekanan akhir 1 atm. Kiralah

(i) q , w , Δu dan Δh bagi setiap langkah, dan

(ii) q , w , Δu dan Δh jumlah bagi dua langkah.

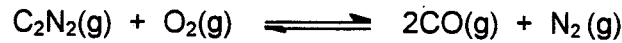
(Petunjuk: Persamaan adiabatik Poisson ialah $P^{1-\gamma} T^\gamma = \text{tetap}$, $\gamma = C_p/C_v$).

(8 markah)

- (b) Andaikan proses dijalankan secara *takberbalik* dengan tekanan mengurang secara terputus-putus, (i) pengembangan *isoterma* daripada 100 atm dan 10 ℓ, kepada 10 atm, (ii) pengembangan *adiabatik* daripada 10 atm kepada 1 atm. Kiralah sekali lagi q , w , Δu dan Δh bagi setiap langkah dan bagi proses.

(12 markah)

3. Sesetengah tindak balas kimia boleh digunakan untuk menghasilkan nyalaan suhu tinggi. Sebagai contoh, suhu nyalaan sekitar 4900 K boleh diperolehi daripada tindak balas.

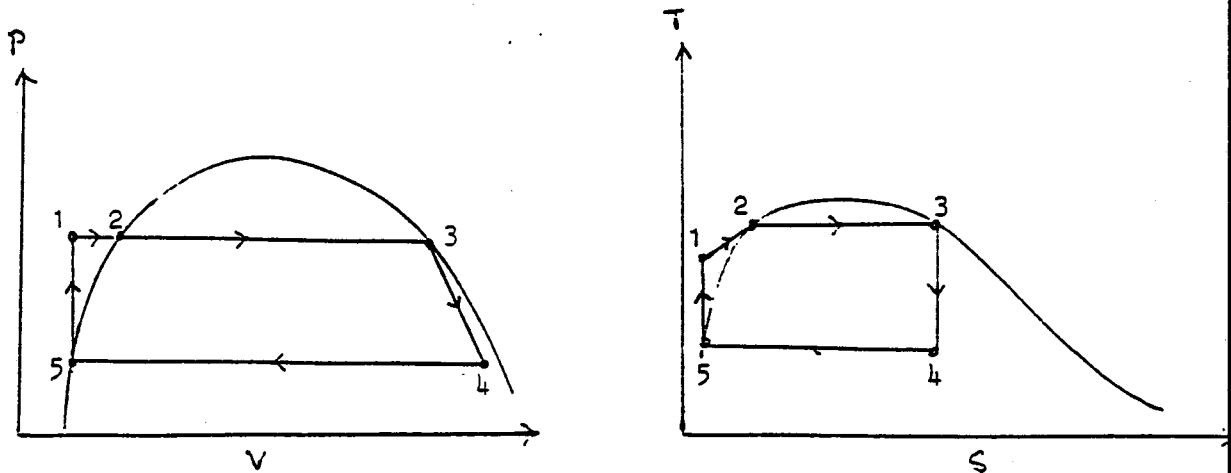


Nyalaan suhu tinggi tertentu ($T > 6000 \text{ K}$) boleh dihasilkan daripada tindak balas



- (a) Sifat-sifat termodinamik zat tindak balas dan hasil tindak balas yang manakah yang menyumbang kepada penghasilan nyalaan suhu tinggi? (6 markah)
- (b) Apakah data berguna yang diperlukan untuk menganggarkan nyalaan suhu tinggi? Berikan magnitud data-data itu secara kualitatif. (6 markah)
- (c) Berikan hubungan umum bagi suhu nyalaan. (8 markah)
4. (a) Tentukan kualiti, jika campuran adalah tepu, atau suhu jika wap lampau panas, bagi air dalam keadaan berikut:
- (i) Tekanan 1 MPa, entalpi tentu 3588 kJ/kg.
- (ii) Tekanan 15 bar, isipadu tentu 0.11 m³/kg. (8 markah)
- (b) Sekuantiti udara pada tekanan 3 MPa dan 273.2 K dimampatkan secara adiabatik kepada tekanan 21 MPa melalui *kitaran Otto*. Sebanyak 500 kJ/kg haba telah ditambah ke dalam kitaran pada isipadu tetap. Kiralah
- (i) nisbah pemampatan, dan
- (ii) suhu di akhir penambahan haba.
- Bagi udara $c_p = 1.0035 \text{ kJ/kg K}$, $c_v = 0.7165 \text{ kJ/kg K}$. (12 markah)

5. Sebuah loji kuasa stim beroperasi secara *kitaran Rankine* menggunakan air sebagai bendalir berfungsi. Rajah P-v dan T-s kitaran tersebut adalah seperti berikut:

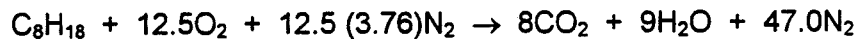


Pada titik-1, cecair *dipam* memasuki *dandang* pada tekanan 2 MPa, dan dipanaskan sehingga titik tepu-2, dan seterusnya menjadi wap tepu pada titik-3. Kemudian wap tepu memasuki *turbin* untuk menghasilkan kerja dan keluar pada titik-4 pada tekanan 10 kPa. Campuran stim dan cecair ditukar kepada cecair di dalam *kondenser* dan keluar pada titik-5, dan memasuki pam. Cecair dipam semula ke dandang untuk melengkapkan kitaran. Berdasarkan kitaran di atas, kiralah:

- (i) Kerja diperlukan untuk mengepam cecair ke dandang.
- (ii) Haba diserap pada dandang.
- (iii) Kerja dihasilkan oleh turbin.
- (iv) Haba dibebaskan pada kondenser.
- (v) Kerja net dan kecekapan kitaran.

(20 markah)

6. (a) Persamaan tindak balas pembakaran oktana di dalam udara seperti berikut:



Untuk melengkapkan pembakaran di atas, sebanyak 1.5 kali lebih udara digunakan.

- (i) Tentukan analisis molal hasil-hasil tindak balas.
- (ii) Tentukan juga takat embun, jika pembakaran dilakukan pada tekanan 100 kPa.

(10 markah)

(b) Sebanyak 1 kg stim pada 2000 kPa dan suhu 225 °C mengembang secara *isentropik* kepada 800 kPa.

- (i) Kiralah suhu akhir pengembangan.
- (ii) Berapakah peratus air wujud dalam bentuk cecair pada keadaan tersebut?

(10 markah)

7. (a) Sebuah enjin Carnot beroperasi di antara 370 °C dan 40 °C menghasilkan kerja sebanyak 200 kJ. Kiralah

- (i) Kecekapan terma.
- (ii) Haba yang ditambah ke dalam proses tersebut.

(8 markah)

(b) Dengan menggunakan takrifan-takrifan dan hukum termodinamik, terbitkan persamaan-persamaan berikut:

(i) $(\partial u / \partial v)_T = T(\partial P / \partial T)_v - P$

(ii) $\left(\frac{\partial g}{\partial T}\right)_p = \left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_v$

(6 markah)

(c) Pada julat suhu dan tekanan tertentu, persamaan keadaan suatu zat boleh ditulis seperti berikut:

$$v = \frac{RT}{P} - \frac{C}{T^3}$$

dengan C adalah pemalar.

Dengan menggunakan persamaan termodinamik tertentu terbitkan pernyataan bagi perubahan entalpi dan entropi zat tersebut pada suhu tetap.

(6 markah)

ooo0ooo

