

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama  
Sidang Akademik 2003/2004

September/Oktober 2003

**KIT 253 – Termodinamik Kejuruteraan Kimia**

Masa: 3 jam

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

Jawab sebarang LIMA soalan sahaja.

Jika calon menjawab lebih daripada lima soalan, hanya lima soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan sahaja akan beri markah.

1. (a) Tunjukkan kerja pengembangan suatu proses yang mengikuti hubungan

$$PV^n = k,$$

dinyatakan sebagai

$${}_1W_2 = \frac{k(\Delta T)}{1 - n}$$

dengan  $k$  ialah pemalar,  $\Delta T$  ialah perbezaan suhu, dan  $n$  ialah eksponen.

(5 markah)

- (b) Suatu proses politropik menghasilkan kerja pengembangan daripada isipadu awal  $0.1 \text{ m}^3$  kepada isipadu akhir  $0.4 \text{ m}^3$  sebanyak  $80 \text{ kJ}$ . Tekanan awal dan akhir masing-masing ialah  $1 \text{ MPa}$  dan  $0.2 \text{ MPa}$ . Kiralah nilai  $n$ .

(5 markah)

.../2-

-2-

- (c) Sejumlah 1 kg wap air panas lampau berada dalam keadaan 1000 kPa dan 270 °C. Wap tersebut disejukkan pada tekanan tetap sehingga kualitasnya mencapai 60 %. Kiralah kerja yang dilakukan untuk menyejukkan wap tersebut.  
(6 markah)
- (d) Dapatkan nilai-nilai P, x, u dan h bagi sistem air pada suhu 30 °C dan isipadu tentu 32.89 m<sup>3</sup>/kg.  
(4 markah)
2. (a) Lakarkan dengan jelas rajah fasa T-v bagi zat tulen air. Tunjukkan sempadan tepu dan kawasan-kawasan cecair tepu, wap tepu, panas lampau dan super-genting.  
(6 markah)
- (b) Tentukan sama ada air dalam keadaan berikut adalah wap tepu, panas lampau atau cecair tepu.
- (i) P = 50 bar, T = 375 °C.
- (ii) T = 195 °C, v = 0.105 m<sup>3</sup>/kg.  
(4 markah)
- (c) Sebuah stim turbin adiabatik menerima stim pada tekanan 1 MPa dan suhu 300 °C dan menghasilkan kerja sebanyak 600 kJ bagi setiap kg stim yang memasukinya. Stim keluar dari turbin pada tekanan 15 kPa. Tentukan kecekapan turbin tersebut.  
(10 markah)
3. (a) Gas oksigen diisikan dalam dua bekas berasingan A dan B, yang dihubungkan dengan suatu injap. Tekanan dan suhu masing-masing di dalam bekas A ialah 200 kPa dan 200 °C, manakala bekas B ialah 150 kPa dan 150 °C. Ramalkan arah aliran gas tersebut apabila injap dibuka.  
(c<sub>p</sub>(O<sub>2</sub>) = 0.9216 kJ/kg, R = 8.314 kJ/kmol K)  
(6 markah)

.../3-

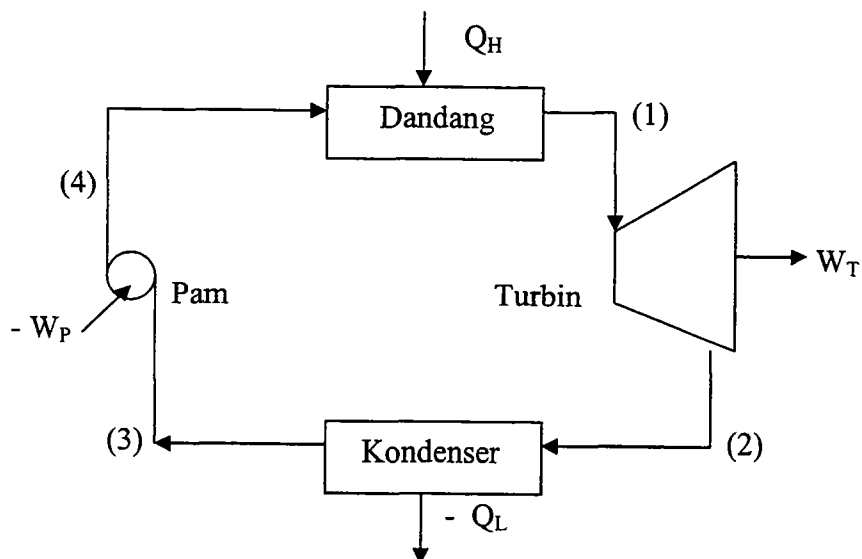
- (b) Skema kitaran sebuah loji kuasa stim dalam rajah di bawah beroperasi dengan menggunakan air sebagai bendalir berfungsi. Dengan andaian-andaian berikut:

*“Semua proses pada turbin dan pam adalah adiabatik berbalik, dan perubahan tenaga kinetik dan keupayaan adalah sangat rendah”*

Kiralah,

- (i) kerja output dan keadaan pada salur keluar turbin, dan
- (ii) kerja input pam dan entalpi pada salur keluar.

(12 markah)



$$\begin{array}{ll}
 P_4 = P_1 = 2.0 \text{ MPa} & T_1 = 700 \text{ }^\circ\text{C} \\
 P_2 = P_3 = 20 \text{ kPa} & T_3 = 40 \text{ }^\circ\text{C}
 \end{array}$$

- (c) Andaikan loji di (b) beroperasi secara kitaran Carnot, dapatkan kecekapan termalnya.

(2 markah)

4. (a) Sebuah silinder berisipadu 20 L mengandungi stim panas lampau pada 1.0 MPa, 250 °C. Stim tersebut dimampatkan secara isoterma berbalik sehingga mencapai tahap tepunya. Kiralah
- (i) jisim stim,
  - (ii) perubahan tenaga dalam dan entropi sistem, dan
  - (iii) haba dan kerja yang terlibat dalam proses tersebut.

(8 markah)

- (b) Terangkan dengan jelas konsep enjin haba, dan seterusnya berikan takrifan kecekapan terma. Jelaskan kenapa Kelvin-Plant menyatakan adalah mustahil bagi enjin haba beroperasi secara kitaran.

(6 markah)

- (c) Jelaskan proses-proses yang berlaku dalam sebuah enjin pembakaran dalam yang beroperasi secara kitaran Diesel.

*(Persamaan-persamaan keadaan tidak diperlukan)*

(6 markah)

5. *Soalan ini berkaitan antara satu bahagian dengan bahagian yang lain. Calon diminta membaca dengan teliti sebelum cuba menjawab.*

- (a) Sebuah pam adiabatik mengepam air ke dalam sebuah dandang loji kuasa stim pada kadar isipadu air 12.5 L/s. Tekanan pada saluran masuk dan keluar pam masing-masing ialah 15 kPa dan 3.5 MPa. Andaikan pam yang berkuasa 50 kW menggunakan 80 % keupayaannya, kiralah kerja yang diperlukan untuk mengepam air tersebut.

(4 markah)

- (b) Air di dalam dandang dipanaskan melalui proses isobarik sehingga mencapai suhu 400 °C. Wap terhasil disalurkan kepada sebuah turbin. Kiralah

- (i) h pada salur keluar dandang, dan
- (ii) haba yang diperlukan untuk pemanasan tersebut.

(4 markah)

- (c) Wap daripada dandang di (b) mengembang secara adiabatik di dalam turbin dan keluar dalam bentuk wap tepu pada tekanan 10 kPa. Kiralah
- (i) kualiti wap pada salur keluar, dan
  - (ii) kuasa yang dihasilkan oleh turbin, jika kadar alir isipadu stim ialah 12.5 L/s.
- (6 markah)
- (d) Wap tepu daripada turbin di (c) ditukar kepada cecair pada tekanan tetap di dalam kondenser. Air kemudiannya dihantar kepada pam. Nyatakan suhu air pada salur keluar kondenser dan kiralah haba yang dibebaskan.
- (4 markah)
- (e) Andaikan proses (a)-(d) adalah suatu kitaran Rankine, kiralah kecekapan kitaran tersebut.
- (2 markah)
6. (a) Berdasarkan sifat-sifat termodinamik  $P$ ,  $v$ ,  $T$ ,  $u$ ,  $s$  dan  $a$ , terbitkan hubungan-hubungan berikut:
- (i)  $du = Tds - Pdv$
  - (ii)  $dh = Tds + vdP$
  - (iii)  $dg = vdP - sdT$
  - (iv)  $da = -sdT - Pdv$
- (6 markah)
- (b) Dengan menggunakan hubungan-hubungan di (a) dan terbitan-terbitan lain yang berkaitan, buktikan bahawa,
- (i)  $(\partial u / \partial s)_v = T$  dan  $(\partial u / \partial v)_s = -P$
  - (ii)  $(\partial h / \partial s)_P = T$  dan  $(\partial h / \partial P)_s = v$
  - (iii)  $(\partial g / \partial T)_P = -s$  dan  $(\partial g / \partial P)_T = v$
  - (iv)  $(\partial a / \partial T)_v = -s$  dan  $(\partial a / \partial v)_T = -P$
- (8 markah)

-6-

- (c) Bermula dengan persamaan Maxwell

$$(\partial P / \partial T)_v = (\partial s / \partial v)_T,$$

terbitkan persamaan Clapeyron di bawah

$$\left( \frac{dP}{dT} \right)_{\text{sat}} = \frac{h_{fg}}{T_{\text{sat}} v_{fg}}$$

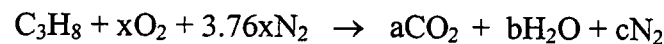
(6 markah)

7. (a) Dengan menggunakan takrifan-takrifan muatan haba tentu pada tekanan tetap,
- $c_p = (\partial h / \partial t)_p$
- , dan isipadu tetap,
- $c_v = (\partial u / \partial T)_v$
- , buktikan

$$c_p - c_v = [P + (\partial u / \partial v)_T] (\partial v / \partial T)_p$$

(4 markah)

- (b) Persamaan pembakaran propana boleh ditulis seperti berikut:



- (i) Dapatkan nilai-nilai  $x$ ,  $a$ ,  $b$  dan  $c$ .
- (ii) Jika pembakaran memerlukan sebanyak 20 % lebih udara, kiralah peratus mol hasil pembakaran tersebut.

(10 markah)

- (c) Sebuah turbin beroperasi dengan menggunakan udara termampat menghasilkan kuasa output 0.1 kW. Udara pada salur masuk ke turbin pada keadaan 400 kPa dan 25 °C, dan keluar pada 100 kPa dan - 50 °C. Andaikan halaju masuk dan keluar adalah sangat perlahan dan perbezaan tenaga keupayaan amat kecil, kiralah kadar alir udara melalui turbin. (
- $c_p = 1.0035$
- kJ/kg K)

(6 markah)

-oo0oo-