
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2004/2005

Oktober 2004

KIT 253 – Termodinamik Kejuruteraan Kimia

Masa : 3 jam

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

Jawab LIMA soalan.

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

...2/-

-2-

1. (a) Sekuantiti udara di dalam sebuah silinder berpiston dengan isipadu 28 L berada pada tekanan 125 kPa dan suhu 25 °C. Udara tersebut ditekan secara perlahan-lahan mengikut hukum $PV^{1.3} = \text{pemalar}$, sehingga mencapai isipadu 4.2 L. Kiralah

- (i) suhu akhir,
- (ii) kerja dilakukan semasa proses pemampatan, dan
- (iii) tekanan pada isipadu tetap yang diperlukan untuk mengembalikan suhu awal udara.

(10 markah)

- (b) Terbitkan persamaan *gabungan hukum pertama dan kedua termodinamik*. Dengan berpandukan persamaan tersebut, kiralah perubahan entropi udara di dalam sebuah bejana pada keadaan awal, $V = 0.05 \text{ m}^3$, $P = 8 \text{ kPa}$, $T = 280 \text{ °C}$, mengembang sebanyak lapan kali isipadu awal dengan suhu akhir ialah 25 °C.

(Bagi udara; $c_p = 1.0052 \text{ kJ/kg K}$, $c_v = 0.7180 \text{ kJ/kg K}$,
 $R = 0.295 \text{ kJ/kg K}$).

(10 markah)

2. (a) Tentukan fasa setiap keadaan air yang berikut dan tunjukkan kedudukan dalam rajah fasa P-v.

- (i) 120 °C, 0.5 MPa.
- (ii) 120 °C, 0.5 m³/kg.
- (iii) $P = 1.2 \text{ MPa}$, $T = 320 \text{ °C}$

(6 markah)

...3/-

- (b) Stim pada keadaan 1.4 MPa dan 550 °C dialirkan kepada turbin dengan halaju yang sangat perlahan pada kadar 130 kg/s. Apabila stim keluar tekanannya menjadi 15 kPa dengan halaju 125 m/s pada keadaan kualiti 90 %.
- (i) Tentukan h dan v stim pada salur masuk dan keluar.
 - (ii) Jika pemindahan haba ialah 0.05% daripada kuasa output, kiralah kuasa output dan kadar haba daripada turbin.
 - (iii) Jika turbin adalah adiabatik, berapakah pula kuasa yang dikeluarkan? Berikan ulasan anda.

(14 markah)

3. (a) Sebuah silinder berpiston mengandungi 0.50 m³ gas unggul pada 150 kPa dan 20 °C. Gas dikenakan tekanan luar sebanyak 400 kPa dan dimampatkan secara isoterma. Suhu sekitaran ialah 20 °C.
- (i) Tentukan pemindahan haba semasa proses tersebut.
 - (ii) Berapakah perubahan entropi sistem, sekitaran dan net?
 - (iii) Adakah proses adalah berbalik, takberbalik atau tidak mungkin?

(10 markah)

- (b) Stim pada 10.5 MPa dan kualiti 80 % mengembang secara berbalik mengikut hukum $Pv^{1.06} = \text{pemalar}$ kepada tekanan 4 MPa. Kiralah,
- (i) peratus stim bertukar kepada cecair pada akhir proses,
 - (ii) perubahan entropi tentu sistem, dan
 - (iii) kerja per unit jisim yang dihasilkan.

(10 markah)

4. (a) Suatu sistem udara beroperasi secara kitaran Carnot dengan nisbah pemampatan isentropik dan nisbah pengembangan isoterma masing-masing ialah 5 dan 2. Isipadu udara pada permulaan pengembangan isoterma ialah 0.3 m^3 . Jika suhu dan tekanan maksimum masing-masing dihadkan kepada 550 K dan 210 kPa, kiralah,
- (i) suhu minimum kitaran,
 - (ii) kecekapan terma kitaran,
 - (iii) tekanan akhir setiap keadaan,
 - (iv) perubahan entropi semasa pengembangan isoterma, dan
 - (v) kerja pengembangan isoterma per kitaran.

$$(c_p = 1.0052 \text{ kJ/kg K}, c_v = 0.7180 \text{ kJ/kg K})$$

(15 markah)

- (b) Stim memasuki enjin wap pada tekanan 1.20 MPa dengan lampau panas sebanyak 65°C . Pada salur keluar tekanan menjadi 15 kPa dengan 95 % masih dalam keadaan wap. Kiralah jumlah pengurangan haba stim tersebut.

(5 markah)

5. (a) Terangkan dengan jelas sistem kuasa udara yang beroperasi secara kitaran Stirling.

(10 markah)

- (b) Sebuah enjin udara beroperasi secara kitaran Stirling mempunyai suhu minimum 400°C . Had tekanan maksimum dan minimum masing-masing ialah 15 bar dan 2 bar.

- (i) Kiralah kecekapan kitaran jika nisbah pengembangan ialah 3.
- (ii) Jika kecekapan regenerator hanya 90 %, kiralah jumlah haba per unit jisim yang mampu dibekalkan kepada udara dalam proses isipadu tetap.

(10 markah)

...5/-

-5-

6. (a) Sebuah kondenser digunakan untuk menyejukkan wap tepu daripada turbin dalam kitaran Rankine. Wap tepu pada tekanan 9 MPa memasuki kondenser melalui saluran 40 mm diameter pada kadar 5 L/s. Air keluar pada suhu 45 °C. Kiralah kadar haba yang dipindahkan daripada air.

(10 markah)

- (b) Bermula dengan $u = u(T, v)$, terbitkan

$$du = c_v dT + [T(\partial P/\partial T)_v - P]dv$$

Satu kg gas metana mengembang daripada isipadu 1 L kepada 40 L secara isoterma tak berbalik pada suhu 100 °C. Kiralah perubahan tenaga dalam jika gas tersebut mengikuti persamaan van der Waal

$$P = \frac{RT}{v-b} + \frac{a}{v^2}$$

dengan $a = 9.33 \times 10^{-4} \text{ kJm}^3/\text{kg}^2$, $b = 2.78 \times 10^{-6} \text{ kJm}^3/\text{kg}$.

(10 markah)

7. (a) Dengan menggunakan takrifan-takrifan dan hukum- hukum termodinamik, terbitkan persamaan-persamaan berikut:

(i) $(\partial h/\partial P)_T + T(\partial v/\partial T)_P = v$

(ii) $(\partial u/\partial v)_T + P = T(\partial P/\partial T)_v$

(iii) $(\partial h/\partial T)_v = T(\partial P/\partial T)_v + v(\partial P/\partial v)_T$

(10 markah)

- (b) Sebuah nozel direkabentuk untuk mengalirkan nitrogen pada 500 kPa, 200 °C dengan halaju masuk 10 m/s. Gas nitrogen dibiarkan mengembang dengan menghasilkan halaju keluar 300 m/s. Jika kadar alir jisim ialah 0.15 kg/s, dan pengembangan adalah adiabatik berbalik, tentukan

(i) tekanan pada salur keluar, dan

(ii) luas keratan-rentas nozel.

(Bagi N_2 ; $c_p = 1.0416 \text{ kJ/kg K}$, $c_v = 0.7447 \text{ kJ/kg K}$).

(10 markah)

-oooOooo-