

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA
Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 1987/88

EBB 207 - TERMODINAMIK KEJURUTERAAN

Tarikh: 30 Oktober 1987

Masa: 2.45 petang - 5.45 petang
(3 jam)

ARAHAN KEPADA CALON

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi LAPAN (8) mukasurat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.
2. Kertas soalan ini mengandungi ENAM (6) soalan semuanya. Anda dikehendaki menjawab LIMA (5) soalan sahaja.
3. Semua jawapan mestilah dijawab di dalam Bahasa Malaysia.

...2/-

1. Hukum Termodinamik pertama dan hukum termodinamik kedua memastikan bahwa sifat-sifat model zat tulen sebenarnya berkaitan antara satu dengan lain oleh fungsi-fungsi termodinamik tertentu.

(a) Dari persamaan $du = T ds - P dv$, kita boleh tuliskan fungsi $u = u(s, v)$, s dan v pembolehubah-pembolehubah tak tersandar fungsi tersebut. Secara matematik kita boleh tuliskan kebezaan jumlahan "tenaga dalam" dalam bentuk:

$$du = \left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_v ds + \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_s dv$$

dan dapatlah dibuat kesimpulan bahawa kepercamaan-kepercamaan berikut pasti ada:

$$T = \left(\frac{\partial u}{\partial s} \right)_v \quad \text{dan} \quad -P = \left(\frac{\partial u}{\partial v} \right)_s$$

Bermula dari persamaan $du = T ds - P dv$, terbitkan fungsi-fungsi ciri berikut, iaitu kebezaan-kebezaan separa yang pertama:

$$\text{I. } T = \left(\frac{\partial h}{\partial s} \right)_p \quad \text{dan} \quad v = \left(\frac{\partial h}{\partial P} \right)_s \quad (20 \text{ markah})$$

$$\text{II. } -s = \left(\frac{\partial f}{\partial T} \right)_v \quad \text{dan} \quad -P = \left(\frac{\partial f}{\partial v} \right)_T \quad (20 \text{ markah})$$

$$\text{III. } -s = \left(\frac{\partial g}{\partial T} \right)_p \quad \text{dan} \quad v = \left(\frac{\partial g}{\partial P} \right)_T \quad (20 \text{ markah})$$

(f = Tenaga bebas Helmholtz, g = Tenaga bebas Gibbs)

(b) Diberi suatu fungsi $z = z(x, y)$ dengan pembeza tepat dz , iaitu:

$$\left\{ \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(\frac{\partial z}{\partial y} \right)_x \right] \right\}_y = \left\{ \frac{\partial}{\partial y} \left[\left(\frac{\partial z}{\partial x} \right)_y \right] \right\}_x$$

Gunakan keperluan di atas bagi menerbitkan perkaitan-perkaitaan Campuran pembeza-pembeza separa kedua yang berikut (perkaitan-perkaitaan Maxwell):

I. $\left(\frac{\partial T}{\partial v} \right)_s = - \left(\frac{\partial P}{\partial s} \right)_v$ (10 markah)

II. $\left(\frac{\partial T}{\partial P} \right)_s = \left(\frac{\partial v}{\partial s} \right)_P$ (10 markah)

III. $\left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_v = - \left(\frac{\partial s}{\partial v} \right)_T$ (10 markah)

IV. $-\left(\frac{\partial s}{\partial P} \right)_T = \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P$ (10 markah)

...4/-

2. Bagi enjin kereta yang biasa kita lihat di jalan-jalanraya, suatu jumlah tenaga kerja yang masih berupaya sebenarnya sentiasa terlepas begitu saja dari ekzosnya. Dengan sebab inilah kaedah pengecasan turbo telah menarik minat para jurutera otomobil untuk berusaha menggunakan sebanyak mana tenaga yang boleh diambil dan melepaskan tenaga buangan seminima yang terdaya.

Sebuah enjin otomobil tertentu mempunyai sebuah silinder yang mengandungi gas ditekanan $6.50 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ dan disuhu 1900 K pada akhir lejang kuasa iaitu sebaik-baik sahaja sebelum injap ekzos dibuka. Tekanan atmosfera ialah $1.00 \times 10^5 \text{ N/m}^2$ sementara suhunya pula ialah 290 K . Tentukan jumlah kerja maksima yang dapat dipindahkan dari setiap kg gas yang terbang ini. Katakanlah gas tersebut boleh disamakan seperti gas unggul dengan nilai $R = 0.287 \text{ kJ/kg K}$ dan $C_v = 0.716 \text{ kJ/kg K}$.

Bantuan: Mulakan pengiraan anda dengan mengambilkira definasi entropi untuk mendapatkan nilai tenaga haba yang terlibat. Kemudian gunakan persamaan yang menyatakan bahawa jumlah perpindahan tenaga kerja bagi gas yang terlibat ialah kerja berguna dicampur kerja bagi melawan tekanan atmosfera. Nilai kerja berguna inilah yang anda cari.

(100 markah)

3. Air pada suhu 40°C memasuki sebuah tangki pada kadar 10.0 kg/minit . Tangki mengandungi 100 kg air dan mempunyai saluran keluar yang mengeluarkan air pada kadar 10.0 kg/minit . Air di dalam tangki dicampur dengan secukupnya. Tangki tertebat sepenuhnya. Sebuah pemanas letrik diletakkan di dalam tangki dan membekalkan haba pada kadar $60\,000 \text{ watt}$. Jisim tangki itu sendiri bolehlah tidak diambil kira, dan tangki tertebat sepenuhnya (Rujuk Rajah).

- (a) Apabila keadaan mantap dan aliran mantap dicapai, berapakah suhu air yang keluar dari tangki.

(33 markah)

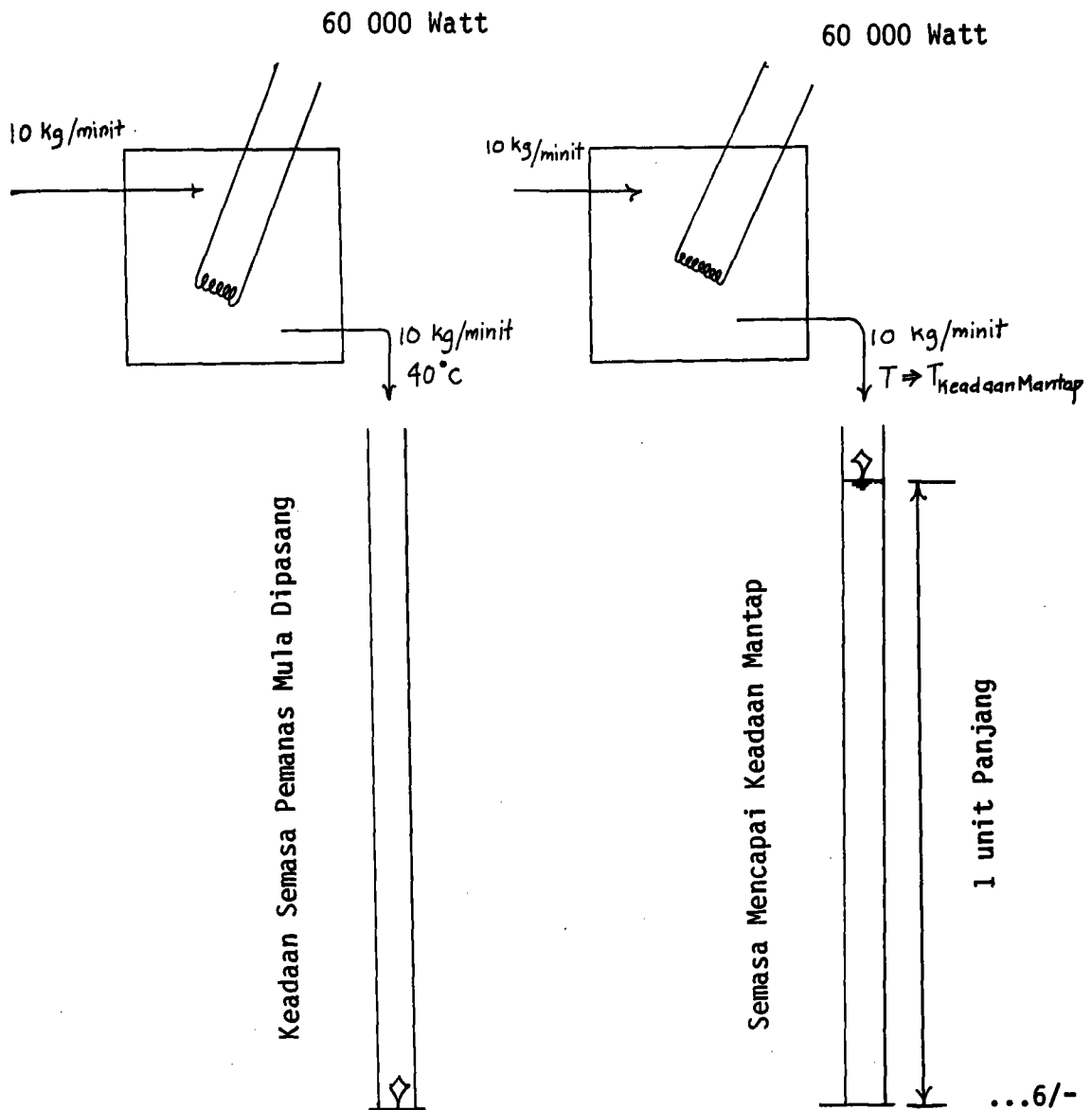
...5/-

- (b) Tentukan masa yang diperlukan bermula dari pemanas letrik mula dipasang sehinggalah suhu air yang keluar menjadi 80°C .

(34 markah)

- (c) Jika air yang keluar dari tangki tersebut disalurkan ke dalam sebatang paip tegak yang panjang, bermula dari pemanas letrik mula dipasang sehinggalah suhu air yang keluar dari tangki mencapai suhu maksimumnya, nyatakan dan lukiskan persamaan antara suhu air lawan ketinggian paip tegak tersebut. Katakanlah paip tegak tersebut tertebat sepenuhnya dan tiada haba yang terlepas dari air panas yang keluar dari tangki. (Jumlah ketinggian air di dalam paip tersebut bolehlah dinyatakan sebagai 1 unit panjang). (Lihat Rajah)

(33 markah)



4. Tentukan jumlah tenaga kerja yang terlibat dalam proses-proses yang berikut.

(a) Oksigen dimampatkan di dalam suatu sistem piston dan silinder dari tekanan 160 kPa dan suhu 40°C kepada tekanan 600 kPa dan suhu 90°C .
Sudahkan jawapan anda dalam unit kJ/kg.
(34 markah)

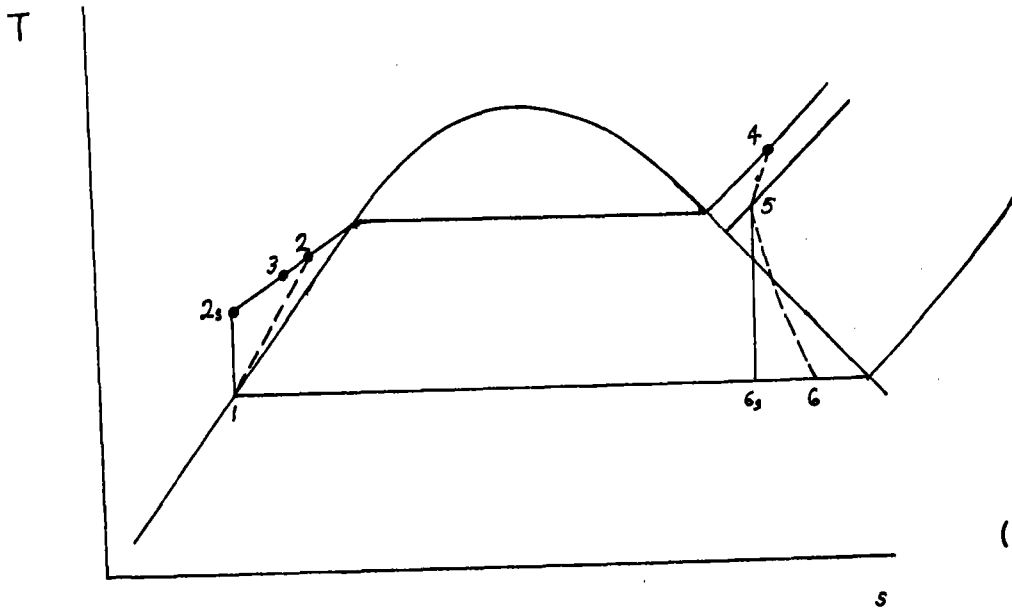
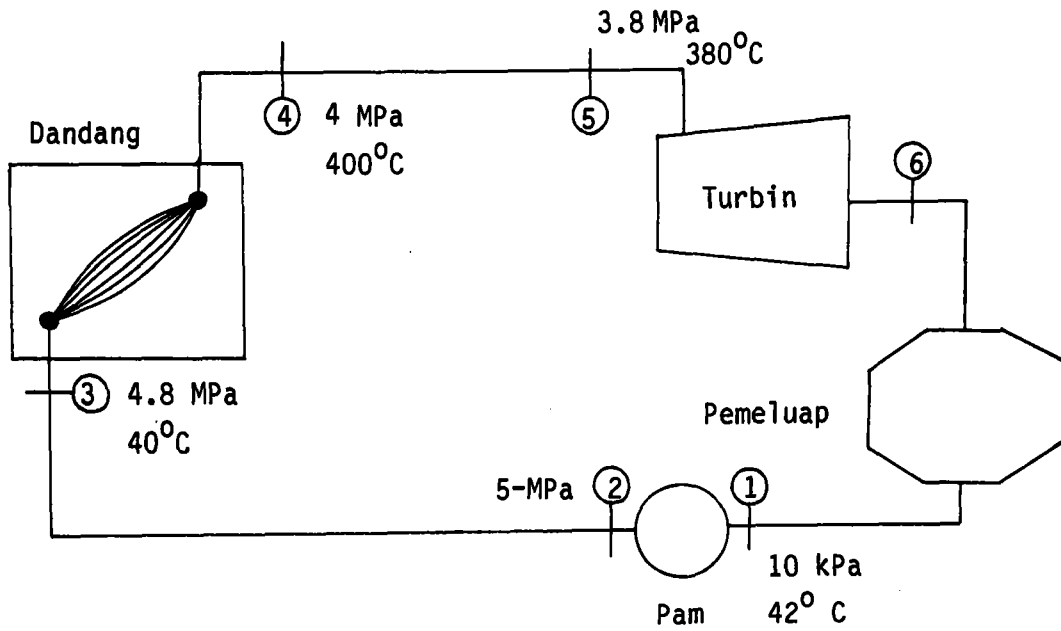
(b) 11.6 kg udara dimampatkan secara sesuhu di dalam suatu sistem piston dan silinder dari 110 kPa, 30°C kepada 450 kPa.
(33 markah)

(c) 1 gram nitrogen mengembang secara adiabatik di dalam suatu sistem piston dan silinder dari tekanan 5 atmosfera dan suhu 150°C kepada suatu keadaan yang isipadunya dua kali dari keadaan yang pertama.
(33 markah)

...7/-

5. Sebuah janakuasa menggunakan stim beroperasi dalam suatu kitaran, nilai-nilai tekanan dan suhu ditunjukkan di dalam gambarajah soalan ini. Kecekapan turbin ialah 86% dan kecekapan pam ialah 80%. Tentukan kecekapan haba bagi kitaran ini.

Bantuan: Bagi setiap proses, anggaplah tiada pembahan tenaga kinetik dan tenaga upaya. Gunakan Jadual Stim anda. Gambarajah T-S juga ditunjukkan disini.



(100 markah)

...8/-

6. Dalam sebuah kitar pendingin mudah yang ditunjukkan di dalam rajah soalan ini, udara memasuki pemampat pada suhu -20°C , dan tekanan 0.1 MPa . Udara kemudian meninggalkan pemampat pada tekanan 0.5 MPa .

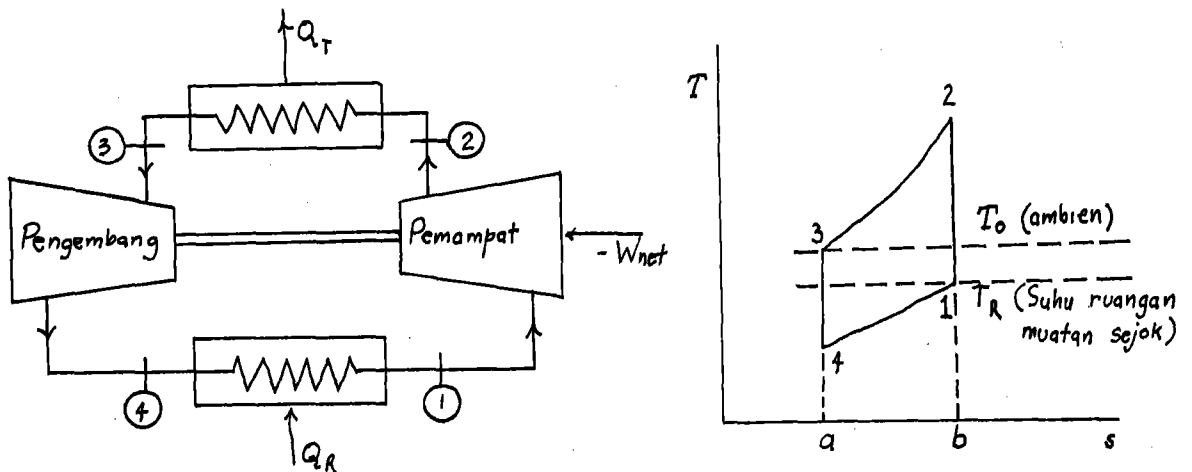
Udara memasuki pengembang pada suhu 15°C . Tentukan.

(a) Pekali Prestasi bagi kitar ini

(b) Kadar kemasukan udara ke dalam pemampat bagi membekalkan pendinginan sebanyak 1 kW .

Bantuan:

Bagi setiap isipadu kawalan yang terlibat dalam soalan ini, gunakan gas unggul dalam model anda yang mempunyai nilai-nilai haba spesifik yang tetap ($C_p = 1.0035\text{ kJ/kg}$), dan setiap proses tidak melibatkan apa-apa perkiraan perubahan tenaga kinetik atau tenaga upaya.



(100 markah)

ooo0ooo