

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Second Semester Examination  
Academic Session 2007/2008

April 2008

**IEK 107 - Thermodynamics**  
*[Termodinamik]*

Duration: 3 hours  
*[Masa: 3 jam]*

---

Please check that this examination paper consists of SEVEN pages of printed material before you begin the examination.

Answer FIVE questions. All questions can be answered either in Bahasa Malaysia OR English.

Please state all your basis and assumptions.

*[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]*

*Jawab LIMA soalan. Semua soalan boleh dijawab dalam Bahasa Malaysia ATAU Bahasa Inggeris.*

*Nyatakan semua dasar dan andaian anda.]*

1. A student claims that a glass of cold water placed on his table inside his room warmed to  $75^{\circ}\text{C}$  by picking energy from the room, which is at  $23^{\circ}\text{C}$ .
- (a) Identify system, surrounding and boundary in this case.
  - (b) Justify the truth of this statement in the light of laws of thermodynamics.
  - (c) Calculate the internal energy change if volume and specific heat of water in the glass are 200ml and  $4.2\text{ kJ/kgK}$  respectively.

(20 marks)

2. (a) What is the difference between the intensive and extensive properties of a system? Explain with the help of suitable example.
- (b) What is the state postulate?
  - (c) Justify that work is not a state function and depends on the path taken.

(20 marks)

3. (a) What is the zeroth law of thermodynamics?
- (b) The temperature of a system drops by  $48^{\circ}\text{F}$  during a cooling process. Determine this drop in temperature in K, R and  $^{\circ}\text{C}$ .
  - (c) A vacuum gage connected to a chamber reads  $44\text{ kPa}$  at a location where atmospheric pressure is  $92\text{ kPa}$ . Determine the absolute pressure in the chamber.

4. An 80-L vessel contains 4 kg of a refrigerant-134a at a pressure of  $0.160\text{ MPa}$ . Determine the following:

- (a) The temperature
- (b) The quality
- (c) The enthalpy of the refrigerant
- (d) The volume occupied by the vapor phase.

(20 marks)

...3/-

5. (a) What is a thermal energy reservoir? Give two examples.  
(4 marks)
- (b) A heat pump is a device that absorbs energy from the cold outdoor air and transfers it to the warmer indoors. Is this a violation of the second law of thermodynamics? Explain.  
(4 marks)
- (c) A steam power plant with a power output of 150MW consumes coal at a rate of 60 tons/h. If the heating value of the coal is 30,000 kJ/kg, determine the thermal efficiency of this plant. (1 ton = 1000 kg)  
(12 marks)
6. (a) What three different mechanisms can cause the entropy of a control volume to change?  
(4 marks)
- (b) A 0.5 m<sup>3</sup> insulated rigid tank contains 0.9 kg carbon dioxide at 100 kPa as shown in Figure 1. Now paddle-wheel work is done on the system until the pressure in the tank rises to 120 kPa. Determine the entropy change of carbon dioxide during this process in kJ/K. Assume constant specific heats.

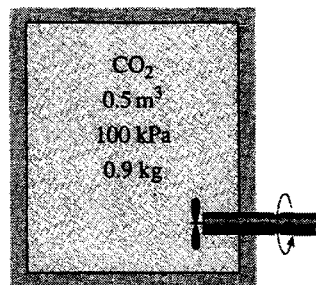


Figure 1

(6 marks)

- (c) Steam enters an adiabatic turbine at 8 MPa and 500°C with a mass flow rate of 3 kg/s and leaves at 30kPa. The isentropic efficiency of the turbine is 0.9. Neglecting the kinetic energy change of the steam, determine the
- temperature of the turbine exit
  - the power output of the turbine

(10 marks)

...4/-

7. (a) How do actual vapor power cycles differ from idealized ones. Explain.

(4 marks)

- (b) Consider a steam power plant that operates on a simple ideal Rankine cycle and has a net power output of 30MW. Steam enters the turbine at 7MPa and 500°C and is cooled in the condenser at a pressure of 10kPa by running cooling water from a lake through the tubes of the condenser at a rate of 2000 kg/s. Show the cycle on a T-s diagram with respect to saturation lines, and determine

- (i) the thermal efficiency of the cycle
- (ii) the mass flow rate of the steam and
- (iii) the temperature rise of the cooling water

(16 marks)

1. Satu pelajar mendakwa bahawa satu gelas air sejuk yang diletakkan di atas mejanya menjadi suam pada  $75^{\circ}\text{C}$  disebabkan tenaga yang diserapkan daripada bilik yang berada pada  $23^{\circ}\text{C}$ .

- (a) Kenalpasti sistem, keliling dan sempadan dalam kes ini.
- (b) Tentukan kebenaran kenyataannya berdasarkan hukum-hukum termodinamik.
- (c) Hitung perubahan tenaga dalaman jika isipadu dan muatan haba air dalam gelas ialah 200 ml dan  $4.2 \text{ kJ/kgK}$ .

(20 markah)

2. (a) Apakah perbezaan antara sifat khas intensif dan ekstensif bagi satu sistem. Terangkan menggunakan contoh yang sesuai.

- (b) Apakah yang dimaksudkan dengan aturan 2 sifat.
- (c) Beri justifikasi bahawa kerja ialah fungsi keadaan dan bergantung kepada laluan yang diambil.

(20 markah)

3. (a) Apakah Hukum Termodinamik Sifar?

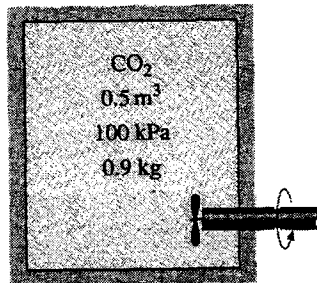
- (b) Suhu satu sistem menurun sebanyak  $48^{\circ}\text{F}$  semasa proses penyejukan. Tentukan kejatuhan suhu ini dalam K, R dan  $^{\circ}\text{C}$ .
- (c) Satu tolok vakum yang disambung kepada satu kebuk memberi bacaan 44 kPa pada lokasi di mana tekanan atmosfera ialah 92 kPa. Tentukan tekanan mutlak dalam kebuk.

4. Satu tangki 0.8L mengandungi 4 kg bahan pendingin 134a pada tekanan 0.160 MPa. Tentukan yang berikut:

- (a) Suhu
- (b) Kualiti
- (c) Entalpi bahan pendingin
- (d) Isipadu yang diambil oleh fasa wap

(20 markah)

5. (a) *Apakah takungan tenaga haba? Beri dua contoh.*  
(4 markah)
- (b) *Pam haba ialah peranti yang menyerap tenaga daripada udara sejuk di luar dan memindahkannya ke dalam rumah/bangunan yang lebih panas. Adakah ini melanggar hukum termodinamik kedua? Terangkan.*  
(4 markah)
- (c) *Satu loji kuasa stim dengan kuasa output 150 MW menggunakan arangbatu pada kadar 60 ton/jam. Jika nilai pembakaran arangbatu ialah 30000 kJ/kg, tentukan kecekapan terma loji ini. (1 ton = 1000 kg)*  
(12 markah)
6. (a) *Apakah tiga mekanisme berbeza yang boleh menyebabkan entropi isipadu kawalan berubah?*  
(4 markah)
- (b) *Rajah 1 menunjukkan satu tangki tegar tertebat dengan isipadu  $0.5\text{m}^3$  dan mengandungi 0.9 kg karbon dioksida pada 100 kPa. Kerja roda pengayuh dijalankan ke atas sistem sehingga tekanan dalam tangki meningkat kepada 120 kPa. Tentukan perubahan entropi karbon dioksida semasa proses ini dalam kJ/K. Anggapkan muatan haba adalah malar.*



Rajah 1

(6 markah)

- (c) *Stim memasuki satu turbin adiabatik pada 8 Mpa dan 500°C dengan kadar aliran jisim 3 kg/s dan meninggalkannya pada 30 kPa. Kecekapan isentropik turbin ialah 0.9. Dengan mengabaikan perubahan tenaga kinetik dalam stim. Tentukan*
- (i) *suhu keluaran turbin*
  - (ii) *kuasa output turbin*
- (10 markah)
7. (a) *Bagaimanakah kitar kuasa wap sebenar berbeza dengan yang unggul. Terangkan.*
- (4 markah)
- (b) *Satu loji kuasa stim beroperasi menurut kitaran Rankine mudah unggul dan mempunyai kuasa output bersih sebanyak 30MW. Stim memasuki turbin pada 7MPa dan 500°C dan disejukkan dalam pemeluwap pada 10kPa dengan melakukan air sejuk melalui tiub pemeluwap pada kadar 2000 kg/s. Lakarkan kitaran ini dalam satu gambarajah T-s merujuk kepada garisan tepu dan tentukan*
- (i) *Kecekapan terma bagi kitar*
  - (ii) *Kadar aliran jisim bagi stim*
  - (iii) *Peningkatan suhu bagi air penyejuk*
- (16 markah)