

SME 1413 Thermodynamics 1

SPACE JB, December 2005/2006

Duration: 1 ½ hours

Answer all questions

Question 1

An energy storage scheme is proposed where a tank is charged with steam at night when electricity is cheaper, and discharged to produce electricity during the day. The tank has a volume of 50 m^3 and is fully insulated. At fully charged condition the steam is at 8 MPa, 400 °C. The discharging steam runs a device which produces work. The process goes on until the steam remaining in the tank reaches 0.1 MPa, and quality 0.9. Taking everything as a single system as shown in Figure Q1 and assuming that the exit condition is constant at 0.1 MPa, 30°C, which is the pressure and temperature of the surrounding, determine:

- a) The mass discharged
- b) The mass left in the tank at the end of the process
- c) The work produced

Question 2

Water at 5 bar, 15°C enters a tank through an inlet channel with a negligible speed at a rate of 50 kg/min. Steam at 5 bar, 200°C with a speed of 120 m/s enters through another channel whose diameter is 2 cm. The water and steam mix in the tank to produce hot water that exits through a third channel at a speed of 2 m/s at the same pressure. Due to poor insulation, 120 kJ/min of heat escapes to the surrounding. Assuming steady flow and neglecting potential energy changes, determine

- i) The exit water temperature (°C)
- ii) The exit tube diameter (cm)

Question 3

An irreversible heat pump extracts 43,200 kJ/hr of heat from a heat reservoir at 7°C to be pumped to another heat reservoir at 147°C. The coefficient of performance of this heat pump is 80% of a Carnot heat pump operating between the same temperatures. This heat pump is run by an irreversible heat engine that operates between 777°C and 147°C. The efficiency of this heat engine is 75% of the Carnot efficiency between the same temperatures. Due to friction, only 80% of the power produced by the heat engine is actually received by the heat pump.

- i) Sketch the arrangement of the heat engine, heat pump, heat reservoirs and heat and work flows

that are involved.

- ii) Calculate the power needed to run the heat pump (kJ/hr)
- iii) Calculate the rate of heat supplied from the 777°C reservoir to the heat engine (kJ/hr)

Masa : 1 ½ jam

Arahan : Jawab Semua Soalan

Soalan 1

Satu kaedah penyimpanan tenaga dicadangkan di mana satu tangki diisi dengan stim pada waktu malam ketika tarif elektrik lebih murah, dan diluahkan (discharged) untuk menjana elektrik pada waktu siang. Tangki berisipadu 50 m³ dan keseluruhan sistem ditebat rapi. Pada keadaan terisi sepenuhnya, keadaan stim adalah pada 8 MPa, 400 °C. Stim yang teluah menggerakkan peranti yang menghasilkan kerja. Proses ini berterusan sehingga stim yang tinggal di dalam tangki menjadi 0.1 MPa, dengan kualiti 0.9. Mengambil kira tangki dan peranti sebagai satu sistem keseluruhan seperti pada Rajah Q1, dan menganggap keadaan salur keluar sebagai tetap pada 0.1 MPa, 30°C, iaitu sama dengan keadaan sekeliling, tentukan:

- a) Jisim yang keluar
- b) Jisim yang tinggal pada akhir proses
- c) Kerja terhasil

Soalan 2

Air pada 5 bar dan 15°C memasuki satu tangki melalui satu saluran dengan kelajuan yang rendah pada kadar 50 kg/min. Stim pada 5 bar dan 200°C dengan kelajuan 120 m/s memasuki tangki yang sama melalui salur lain yang bergarispusat 2 cm. Di dalam tangki, stim bercampur dengan air lalu menghasilkan air panas yang keluar dari tangki melalui saluran ketiga dengan kelajuan 2 m/s pada tekanan yang sama. Oleh kerana tangki tidak ditebat dengan baik, haba telah terbebas ke sekitaran pada kadar 120 kJ/min. Dengan menganggap aliran adalah mantap dan mengabaikan kesan tenaga upaya, tentukan:

- i) Suhu air panas yang keluar (°C)
- ii) Garispusat salur air panas keluar (cm)

Soalan 3

Sebuah pam haba sebenar menyerap 43,200 kJ/jam haba dari takungan haba 7°C untuk dipamkan kepada takungan haba 147°C. Pekali prestasi pam haba ini ialah 80% pekali prestasi pam haba

Carnot antara suhu-suhu yang sama. Pam haba ini dijalankan oleh sebuah enjin haba sebenar yang bekerja antara suhu 777°C dan suhu 147°C . Kecekapan enjin haba ini ialah 75% kecekapan terma Carnot antara suhu-suhu yang sama. Akibat geseran pada sistem gear, cuma 80% kuasa yang dibekal oleh enjin haba yang benar-benar menjalankan pam haba.

- i) Lakarkan susunan enjin haba, pam haba, takungan haba dan interaksi haba dan kerja yang terlibat
- ii) Kirakan kuasa yang diperlukan untuk menjalankan pam haba (kJ/jam)
- iii) Kirakan kadar pemindahan haba dari takungan haba 777°C kepada enjin (kJ/jam)

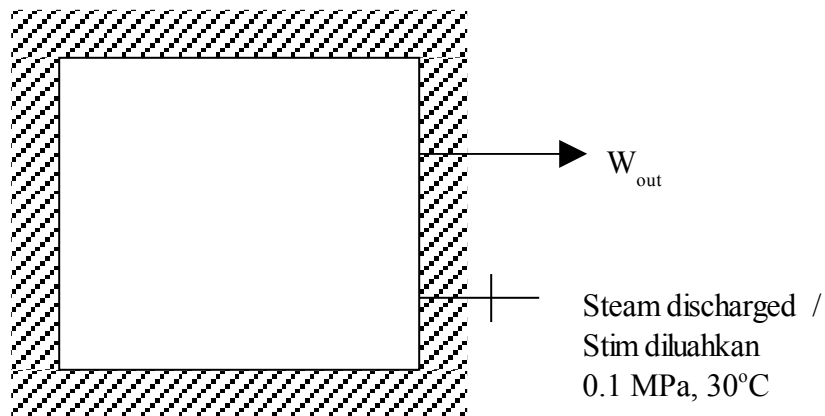


Figure Q1 / Rajah Q1