
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2003/2004
*Second Semester Examination
2003/2004 Academic Session*

Februari/Mac 2004
February/March 2004

ESA 242/3 – Termodinamik Aeroangkasa
Aerospace Thermodynamics

Masa : 3 jam
Hour : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **LAPAN** mukasurat bercetak dan **TUJUH** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.
*Please ensure that this paper contains **EIGHT** printed pages and **SEVEN** questions before you begin examination.*

Jawab **EMPAT** soalan. Bahagian A : Jawab **DUA** soalan. Bahagian B : Jawab **SATU** soalan dan **SATU** soalan dari mana-mana bahagian.
*Answer **FOUR** questions. Section A : Answer **TWO** questions. Section B : Answer **ONE** questions and **ONE** question from any section.*

Jawab semua soalan dalam Bahasa Malaysia.
Answer all the questions in Bahasa Malaysia.

Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.
Non programmable calculator can be used.

Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.
Each questions must begin from a new page.

BAHAGIAN A : SOALAN 1, 2, 3, DAN 4.**PART A : QUESTION 1, 2, 3 AND 4**

1. Sebuah tangki mengandungi 7 kg campuran kepekatan air cecair-wap pada 100 kPa. Pada awalnya, 70% jisim berada dalam fasa cecair. Sebuah perintang elektrik diletakkan di dalam tangki yang bersambung pada sumber 240 V, dan arus 5 A mengalir melalui penebat itu apabila suis dihidupkan. Namun begitu, tangki itu tidak ditebat dengan sempurna menyebabkan sedikit kehilangan haba pada kadar yang bersamaan 10% kuasa yang dihasilkan oleh penebat elektrik.

A rigid tank contains 7 kg of a saturated liquid-vapor mixture of water at 100 kPa. Initially, 70% of the mass is in the liquid phase. An electric resistor placed in the tank is connected to a 240 V source, and a current of 5 A flows through the resistor when the switch is turned on. However, the tank is not well insulated which causes some heat loss at a rate equivalent to 10% of the power generated by the electric resistor.

- (a) Tuliskan keseimbangan tenaga untuk sistem yang diterangkan di atas, bermula dengan persamaan umum untuk sistem tak mantap dan terbuka, dan nyatakan andaian-andaian anda.

Write down the energy balance for the system described above, starting with the general equation for an unsteady and open system, and state your assumptions.

(8 markah/marks)

- (b) Tentukan berapakah lama masa yang diperlukan untuk mengewapkan semua cecair di dalam tangki.

Determine how long it will take to vaporize all the liquid in the tank.

(12 markah/marks)

- (c) Tunjukkan proses dalam gambarajah T-v dengan mengambil kira garis kepekatan cecair-wap.

Show the process on a T-v diagram with respect to saturation lines.

(5 markah/marks)

2. Di dalam loji kuasa stim, pembekalan air panas terbuka sering digunakan untuk memanaskan pembekalan air dengan mencampurkannya bersama stim yang dikeluarkan dari turbin pada satu peringkat pertengahan. Pertimbangkan sebuah pembekalan air panas terbuka yang beroperasi pada tekanan 800kPa. Pembekalan air pada 50°C dan 800 kPa dipanaskan dengan wap haba terlampau pada 200°C dan 800 kPa. Dalam pembekalan air panas yang unggul, campuran akan meninggalkan ruang pemanas sebagai cecair pekat pada tekanan pembekalan air. Andaikan sebarang pemindahan haba diabaikan semasa proses.

In steam power plants, open feedwater heaters are frequently utilized to heat the feedwater by mixing it with steam bled off the turbine at some intermediate stage. Consider an open feedwater heater that operates at a pressure of 800 kPa. Feedwater at 50°C and 800 kPa is to be heated with superheated vapor at 200°C and 800 kPa. In an ideal feedwater heater, the mixture leaves the heater as saturated liquid at the feedwater pressure. Assume that any heat transfer is negligible during the process.

- (a) Tuliskan keseimbangan jisim dan keseimbangan tenaga bagi sistem yang diterangkan di atas dan nyatakan andaian-andaian anda. Lukis skematik ringkas alat campuran ini dan labelkan bahagian-bahagian masuk dan bahagian keluar dengan nilai-nilai yang diberikan.

Write down the mass balance and the energy balance for the system described above and state your assumptions. Draw the simple schematic of this mixing device and label the inlets and exit with the given values.

(10 markah/marks)

- (b) Tentukan nisbah kadar aliran jisim yang masuk bagi pembekalan air dan wap haba terlampau untuk kes ini.

Determine the ratio of the inlet mass flow rates of the feedwater and the superheated vapor for this case.

(10 markah/marks)

- (c) Jika kadar aliran jisim bagi wap haba terlampau adalah 4 kg/s, apakah kadar aliran jisim di bahagian keluar?

If the mass flow rate of the superheated vapor is 4 kg/s, what is the mass flow rate at the exit?

(5 markah/marks)

3. Sebuah omboh-silinder tegak pada awalnya mengandungi 0.2 m^3 udara pada 20°C . Jisim omboh itu sedemikian supaya ia dapat mengekalkan tekanan malar 300 kPa di dalam silinder itu. Sekarang injap yang disambungkan pada silinder itu dibuka, dan udara dibenarkan keluar sehingga isipadu di dalam silinder dikurangkan sebanyak 50% . Pertukaran haba berlaku semasa proses supaya suhu udara di dalam silinder sentiasa malar. Andaikan udara itu boleh dianggap gas unggul. Gunakan haba khusus malar pada suhu bilik di mana $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$, $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, dan $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

A vertical piston-cylinder device initially contains 0.2 m^3 of air at 20°C . The mass of the piston is such that it maintains a constant pressure of 300 kPa inside the cylinder. Now a valve connected to the cylinder is opened, and air is allowed to escape until the volume inside the cylinder is decreased by 50% . Heat transfer takes place during the process so that the temperature of the air in the cylinder remains constant. Assume that the air can be treated as an ideal gas. Use constant specific heats at room temperature where $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$, $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, and $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

- (a) Tuliskan keseimbangan jisim dan keseimbangan tenaga bagi sistem yang digambarkan di atas dan nyatakan andaian-andaian anda.

Write down the mass balance and the energy balance for the system described above and state your assumptions.

(10 markah/marks)

- (b) Apakah jisim udara yang telah meninggalkan silinder?

What is the mass of air that has left the cylinder?

(8 markah/marks)

- (c) Berapakah kuantiti pertukaran haba?

What is the amount of heat transfer?

(7 markah/marks)

4. Enjin haba Carnot menerima haba daripada takungan (punca) pada suhu 900°C dengan kadar 800 kJ/min dan membuang lebih haba ke udara persekitaran (singki) pada suhu 25°C . Kesemua kerja yang dihasilkan oleh enjin haba itu digunakan untuk menjalankan mesin penyejuk yang mengeluarkan haba dari ruang sejuk pada suhu -5°C dan memindahkannya ke udara persekitaran pada suhu 25°C .

A Carnot heat engine receives heat from a reservoir (source) at 900°C at a rate of 800 kJ/min and rejects the waste heat to the ambient air (sink) at 25°C . The entire work output of the heat engine is used to drive a refrigerator that removes heat from the refrigerated space at -5°C and transfers it to the same ambient air at 25°C .

- (a) Lukiskan skematik ringkas punca, singki, enjin haba Carnot, dan mesin penyejuk (di mana kuasa yang dihasilkan oleh enjin haba itu digunakan sebagai kuasa untuk menjalankan mesin penyejuk itu). Berapakah faktor efisien termal untuk enjin haba tersebut dan kuasa yang dihasilkan di dalam kJ/min ?

Draw the simple schematic of the source, the sink, the Carnot heat engine, and the refrigerator (where the power output of the heat engine is used as the power input for the refrigerator). What is the thermal efficiency of the heat engine and the power output in kJ/min ?

(8 markah/marks)

- (b) Berapakah koefisien tugas (COP) maksima yang boleh dicapai oleh mesin penyejuk itu?

What is the maximum coefficient of performance (COP) the refrigerator can have?

(6 markah/marks)

- (c) Tentukan kadar pengeluaran haba maksima dari ruang sejuk?

Determine the maximum rate of heat removal from the refrigerated space.

(6 markah/marks)

- (d) Tentukan jumlah keseluruhan pembuangan haba ke udara persekitaran?

Determine the total rate of heat rejection to the ambient air at 25°C .

(5 markah/marks)

...6/

BAHAGIAN B: SOALAN 5, 6, DAN 7.**PART B : QUESTION 5, 6, AND 7.**

5. Sebiji telur boleh dianggarkan sebagai sfera berdiameter 5.5 cm. Pada awalnya, telur itu berada pada suhu seragam sebanyak 8°C dan ditenggelamkan ke dalam air mendidih pada suhu 97°C . Telur itu mempunyai ketumpatan ρ sebanyak 1020 kg/m^3 dan haba spesifik $C_p = 3.32 \text{ KJ/kg}^{\circ}\text{C}$.

An ordinary egg can be approximated as a 5.5 cm diameter sphere. The egg is initially at a uniform temperature of 8°C and is dropped into boiling water at 97°C . The egg has a density ρ of 1020 kg/m^3 and a specific heat $C_p = 3.32 \text{ KJ/kg}^{\circ}\text{C}$.

- (a) Berapakah banyaknya haba dipindahkan ke telur tersebut pada masa suhu purata telur itu mencecah 70°C ?

How much heat is transferred to the egg by the time the average temperature of the egg rises to 70°C ?

(6 markah/marks)

- (b) Kirakan perubahan entropi telur itu.

Calculate the entropy change of the egg.

(6 markah/marks)

- (c) Kirakan perubahan entropi air mendidih itu.

Calculate the entropy change of the boiling water.

(6 markah/marks)

- (d) Berapakah kuantiti penghasilan entropi yang berkaitan dengan proses pemindahan haba ini?

What is the amount of entropy generation associated with this heat transfer process?

(7 markah/marks)

6. Udara digunakan sebagai cecair di dalam kitaran mudah dan unggul Brayton yang mempunyai nisbah tekanan 12, suhu masuk pemampat 300 K, dan suhu masuk turbin 1000 K. Enjin tersebut diperlukan untuk menghasilkan kuasa bersih 90 MW. Anggarkan bahawa turbin dan pemampat tersebut mempunyai faktor efisien isentropik 100%. Gunakan haba khusus malar pada suhu bilik di mana $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$, $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, dan $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$. (Pembayang: Gas di dalam kitaran unggul Brayton melalui pemampat, ruang penambah-haba pada tekanan malar, turbin, dan akhirnya ruang pembuang-haba pada tekanan malar).

Air is used as the working fluid in a simple ideal Brayton cycle that has a pressure ratio of 12, a compressor inlet temperature of 300 K, and a turbine inlet temperature of 1000 K. The engine is required to produce a net power output of 90 MW. Assume that the isentropic efficiency of the turbine and the compressor is 100%. Use constant specific heats at room temperature where $C_p = 1.005 \text{ kJ/kg.K}$, $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, and $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$. (Hint: The gas of an ideal Brayton cycle goes through a compressor, a constant-pressure heat-addition exchanger, a turbine, and finally a constant-pressure heat-rejection exchanger).

- (a) Lukiskan gambarajah T-s dan P-v untuk kitaran unggul Brayton dan labelkan bahagian masuk dan keluar untuk pemampat dan turbin.

Draw the T-s and P-v diagrams of an ideal Brayton cycle and label the compressor and the turbine inlets and exits.

(6 markah/marks)

- (b) Carikan suhu di bahagian keluar pemampat dan kerja yang diperlukan oleh pemampat.

Find the temperature at the compressor exit and the work required by the compressor.

(7 markah/marks)

- (c) Carikan suhu di bahagian keluar turbin dan jumlah kerja yang dihasilkan oleh turbin.

Find the temperature at the turbine exit and the total work produced by the turbine.

(7 markah/marks)

- (d) Berapakah faktor efisien termal untuk kitaran Brayton ini?

What is the thermal efficiency of this Brayton cycle.

(5 markah/marks)

7. Sebuah pam haba yang beroperasi kitaran unggul wap-mampatan dengan cecair sejuk-134a digunakan untuk memanaskan sebuah rumah. Kadar aliran jisim cecair sejuk ini ialah 0.24 kg/s. Tekanan pada alat kondensasi dan alat pengewap ialah 900 dan 240 kPa. (Pembayang: Cecair sejuk untuk kitaran unggul wap-mampatan melalui mampatan isentropik di dalam pemampat, penambahan haba pada tekanan malar di dalam alat kondensasi, proses injapan di dalam injap pengembang, dan pembuangan haba pada tekanan malar di dalam alat pengewap).

A heat pump that operates on the ideal vapor-compression cycle with refrigerant-134a is used to heat a house. The mass flow rate of the refrigerant is 0.24 kg/s. The condenser and evaporator pressures are 900 and 240 kPa, respectively. (Hint: The refrigerant of an ideal vapor-compression cycle goes through an isentropic compression in a compressor, a constant-pressure heat rejection in a condenser, throttling in an expansion valve, and a constant-pressure heat-absorption in an evaporator).

- (a) Tunjukkan kitaran di dalam gambarajah T-s dengan mengambil kira garis kepekatan dan labelkan tekanan-tekanan yang diberikan di dalam gambarajah ini.

Show the cycle on a T-s diagram with respect to saturation lines and label the pressures on the diagram.

(7 markah/marks)

- (b) Kirakan kadar pembekalan haba ke dalam rumah itu.

Calculate the rate of heat supply to the house.

(6 markah/marks)

- (c) Kirakan kadar aliran isipadu cecair sejuk di bahagian masuk pemampat.

Calculate the volume flow rate of the refrigerant at the compressor inlet.

(6 markah/marks)

- (d) Kirakan koefisien tugas (COP) untuk pam haba ini.

Calculate the coefficient of performance (COP) of this heat pump.

(6 markah/marks)

ooo000ooo