
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2004/2005
*First Semester Examination
2004/2005 Academic Session*

Mac 2005
March 2005

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 **ENAM (6)** mukasurat dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.

*Please ensure that this paper contains **SIX (6)** printed pages and **LIMA (5)** questions before you begin examination.*

Jawab **EMPAT (4)** soalan sahaja.
*Answer **FOUR (4)** questions only.*

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

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

BAHAGIAN A : SOALAN 1 DAN 2 (JAWAB KEDUA-DUA SOALAN).
PART A : QUESTION 1 AND 2 (ANSWER BOTH QUESTIONS).

1. Sebuah lubang kecil terbentuk pada dinding sebuah tangki yang mempunyai isipadu 0.75 m^3 , dan udara sekeliling pada 1 bar, 25°C masuk ke dalam tangki melalui lubang itu. Akhirnya, tekanan di dalam tangki itu mencecah 1 bar. Proses itu berlaku secara cukup perlahan untuk membolehkan pemindahan haba yang berlaku di antara tangki dan sekeliling mengekalkan suhu udara di dalam tangki itu malar pada 25°C (yang juga bermakna udara yang masuk ke dalam tangki itu mempunyai suhu yang sama). Gunakan $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

A tiny hole develops in the wall of a rigid tank whose volume is 0.75 m^3 , and air from the surroundings at 1 bar, 25°C leaks in. Eventually, the pressure in the tank reaches 1 bar. The process occurs slowly enough that heat transfer between the tank and the surroundings keeps the temperature of the air inside the tank constant at 25°C (which also means that the air that leaks into the tank is at the same temperature). Use $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

- (a) Tuliskan persamaan umum bagi keseimbangan jisim dan keseimbangan tenaga untuk soalan ini. Permudahkan persamaan-persamaan tersebut berdasarkan andaian-andaian yang berkaitan dengan soalan ini. (Pembayang: proses itu adalah proses tidak mantap, dan $h = u + pv$).

Write the general mass balance and the energy balance for this problem. Simplify the equations based on the assumptions related to the problem. (Hint: the process is not a steady state process, and $h = u + pv$).

(9 markah/marks)

- (b) Tentukan nilai pemindahan haba, dalam kJ, sekiranya tangki itu mempunyai udara pada 0.7 bar dan 25°C di permulaan proses itu.

Determine the amount of heat transfer, in kJ, if initially the tank contains air at 0.7 bar and 25°C .

(8 markah/marks)

- (c) Tentukan nilai pemindahan haba, dalam kJ, sekiranya tangki itu pada mulanya kosong (tiada udara di dalam tangki itu).

Determine the amount of heat transfer, in kJ, if initially the tank is evacuated (no air inside the tank).

(8 markah/marks)

2. Pemampat dan turbin sebuah turbin gas ringkas masing-masing mempunyai faktor efisien isentropik sebanyak 90%. Pemampat itu mempunyai nisbah tekanan sebanyak 12. Suhu minimum dan maksimum adalah 290 K dan 1400 K. Gunakan andaian udara-biasa untuk analisis anda. Gunakan haba khusus malar di mana $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

The compressor and turbine of a simple gas turbine each have isentropic efficiencies of 90%. The compressor pressure ratio is 12. The minimum and maximum temperatures are 290 K and 1400 K, respectively. Use the air-standard assumption for your analysis. Use constant specific heats where $C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$.

- (a) Lakarkan skematik dan diagram T-s untuk kitaran sebenar dan juga untuk kitaran unggul yang bekerja pada keadaan yang sama seperti di atas.

Draw the schematic and T-s diagram for the actual cycle and also for an ideal cycle operating at the same given condition above.

(8 markah/marks)

- (b) Kirakan jumlah kerja bersih yang dihasilkan dan haba terbuang per jisim udara mengalir, dalam kJ/kg, untuk kitaran sebenar dan juga untuk kitaran unggul yang bekerja pada keadaan yang sama seperti di atas.

Calculate the net work produced and heat rejected per unit mass of air flowing, in kJ/kg, for this cycle and also for an ideal cycle operating at the same given condition above.

(10 markah/marks)

- (c) Kirakan faktor efisien termal untuk kitaran sebenar dan juga untuk kitaran unggul yang beroperasi pada keadaan yang sama seperti di atas.

Calculate the thermal efficiencies for this cycle and also for an ideal cycle operating at the same given condition above.

(7 markah/marks)

BAHAGIAN B : SOALAN 3, 4, DAN 5 (PILIH 2 SOALAN SAHAJA).
PART A : QUESTION 3, 4, AND 5 (CHOOSE ONLY 2 QUESTIONS).

3. Pada kadar mantap, sebuah peti sejuk yang mempunyai koefisien prestasi sebanyak 3 mengeluarkan haba dari bahagian sejuk pada 0°C dengan kadar 6000 kJ/h dan mengeluarkan haba ke udara sekeliling, yang berada pada suhu 20°C .

At steady state, a refrigerator whose coefficient of performance is 3 removes energy by heat transfer from a freezer compartment at 0°C at the rate of 6000 kJ/h and discharges energy by heat transfer to the surroundings, which are at 20°C .

- (a) Lakarkan skematik soalan itu dan labelkan peti sejuk, udara sekeliling, dan pemindahan haba masuk dan keluar dari sistem tersebut.

Sketch the schematic of the problem and label the freezer, the surrounding, and the energy transfer in and out of the system.

(8 markah/marks)

- (b) Tentukan kuasa yang diperlukan untuk menjana peti sejuk itu dan bandingkan dengan kuasa yang diperlukan untuk menjana peti sejuk unggul yang beroperasi di antara takungan yang mempunyai suhu yang sama.

Determine the power input to the refrigerator and compare with the power input required by a ideal and reversible refrigerator operating between reservoirs at these two temperatures.

(9 markah/marks)

- (c) Sekiranya elektrik berharga 8 sen setiap kW.h, tentukan kos operasi yang sebenar dan kos operasi yang minimum, di dalam \$/hari.

If electricity costs 8 cents per kW.h, determine the actual and minimum theoretical operating costs, each in \$/day.

(8 markah/marks)

4. Udara memasuki 3600 kW turbin yang beroperasi pada kadar mantap dengan pengaliran udara sebanyak 18 kg/s pada 800°C, 3 bar, dan halaju 100 m/s. Udara itu mengembang secara adiabatik melalui turbin itu dan keluar pada halaju 150 m/s. Udara itu kemudiannya memasuki corong pencapah di mana halajunya berkurang secara isentropik kepada 10 m/s dan tekanan sebanyak 1 bar. Dengan menggunakan andaian model udara unggul dan haba khusus yang malar ($C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$), tentukan

Air enters a 3600 kW turbine operating at steady state with a mass flow rate of 18 kg/s at 800°C, 3 bar and a velocity of 100 m/s. The air expands adiabatically through the turbine and exits at a velocity of 150 m/s. The air then enters a diffuser where it is decelerated isentropically to a velocity of 10 m/s and a pressure of 1 bar. Assuming the ideal gas model and that the specific heats are constants ($C_v = 0.718 \text{ kJ/kg.K}$, $R = 0.287 \text{ kJ/kg.K}$), determine

- (a) Suhu-suhu pada pintu keluar turbin dan pintu keluar corong pencapah. Kemudian, cari tekanan pada pintu keluar turbin.

The temperatures at the turbine exit and the diffuser exit. Then, find the pressure at the turbine exit.

(12 markah/marks)

- (b) Kadar penghasilan entropi di dalam turbin, dalam kW/K.

The rate of entropy production in the turbine, in kW/K.

(8 markah/marks)

- (c) Tunjukkan proses-proses tersebut di atas diagram T-s.

Show the processes on a T-s diagram.

(5 markah/marks)

5. Air ialah cecair yang digunakan di dalam sebuah kitaran Rankine dengan pemanasan semula yang unggul. Wap terlebih-haba memasuki turbin tahap pertama pada 8 Mpa, 480°C. Wap mengembang melalui turbin tahap-pertama itu kepada 0.7 Mpa dan kemudian dipanaskan semula kepada 480°C. Tekanan pemeluwap ialah 8 kPa. Sekiranya kuasa bersih yang dihasilkan ialah 100 MW, tentukan

Water is the working fluid in an ideal reheat Rankine cycle. Superheated vapor enters the first-stage turbine at 8 MPa, 480°C. The steam expands through the first-stage turbine to 0.7 MPa and then is reheated to 480°C again. The condenser pressure is 8 kPa. If the net power output is 100 MW, determine

- (a) Kadar pengaliran cecair yang melalui kitaran itu.

The mass flow rate going through the cycle.

(8 markah/marks)

- (b) Jumlah keseluruhan haba yang dipindahkan ke air itu semasa ia melalui bahagian pemanas (penghasil haba), dalam MW, dan faktor efisien termal untuk kitaran itu.

The total rate of heat transferred to the water as it passes through the burner (heat generator), in MW, and the thermal efficiency of the cycle.

(10 markah/marks)

- (c) Jumlah haba yang dipindahkan dari air itu semasa ia melalui pemeluwap, dalam MW.

The rate of heat transferred from the water as it passes through the condenser, in MW.

(7 markah/marks)

ooo000ooo