

---

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  $0.75 \text{ m}^3$ , dan udara sekeliling pada 1 bar,  $25^\circ\text{C}$  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  $25^\circ\text{C}$  (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  $0.75 \text{ m}^3$ , and air from the surroundings at 1 bar,  $25^\circ\text{C}$  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  $25^\circ\text{C}$  (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  $25^\circ\text{C}$  di permulaan proses itu.

*Determine the amount of heat transfer, in kJ, if initially the tank contains air at 0.7 bar and  $25^\circ\text{C}$ .*

**(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  $0^{\circ}\text{C}$  dengan kadar  $6000\text{ kJ/h}$  dan mengeluarkan haba ke udara sekeliling, yang berada pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$ .

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

- (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  $800^{\circ}\text{C}$ , 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  $800^{\circ}\text{C}$ , 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