

---

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

*Peperiksaan Kursus Semasa Cuti Panjang  
Sidang Akademik 2007/2008*

Jun 2008

**ESA 242/3 – Aerospace Thermodynamics**  
*Termodinamik Aeroangkasa*

*Masa : 3 jam*

---

**INSTRUCTION TO CANDIDATES**  
**ARAHAN KEPADA CALON**

Please ensure that this paper contains **SEVEN (7)** printed pages and **FIVE (5)** questions before you begin examination.

*Sila pastikan bahawa kertas soalan ini mengandungi **TUJUH (7)** mukasurat bercetak dan **LIMA (5)** soalan sebelum anda memulakan peperiksaan.*

Answer **FOUR (4)** questions.

*Jawab **EMPAT (4)** soalan.*

Student may answer the questions either in English or Bahasa Malaysia.

*Pelajar boleh menjawab soalan dalam Bahasa Inggeris atau Bahasa Malaysia.*

Each questions must begin from a new page.

*Setiap soalan mestilah dimulakan pada mukasurat yang baru.*

1. (a) Derive the equation for work for kinetic energy transfer from 2<sup>nd</sup> Newton Law?

*Terbitkan persamaan untuk kerja dan pemindahan tenaga daripada Hukum Newton Kedua?*

**(5 marks/markah)**

- (b) An aircraft cruises at an altitude of 10,700 meters above sea level. Estimate the atmospheric pressure in bar at cruise altitude. Assume the acceleration of gravity is constant at  $g=9.8 \text{ m/s}^2$ . The average specific volume of the air is  $1.334 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

*Sebuah pesawat terbang pada ketinggian 10,700 meter di atas paras laut. Anggarkan tekanan atmosfera sewaktu ketinggian jajak dalam nilai bar. Anggapkan bahawa pecutan gravity bernilai  $9.8 \text{ m/s}^2$ . Nilai purata isipadu tentu udara ialah  $1.334 \text{ m}^3/\text{kg}$ .*

**(5 marks/markah)**

- (c) An object whose mass is 2000kg moves with a velocity of 50 m/s at an altitude of 400 m, both measured relative to the surface of the earth. The acceleration of gravity is constant at  $g=9.7 \text{ m/s}^2$ .

- (i) If the kinetic energy increased by 2400 kJ with no change in elevation, what would be the final velocity, in m/s?
- (ii) If the potential energy increased by 2400 kJ, with no change in velocity, what would be the final elevation, in m?

*Sebuah objek seberat 2000kg bergerak dengan halaju 50 m/s pada ketinggian 400 m daripada permukaan bumi. Pecutan gravity adalah tetap dan bernilai  $9.7 \text{ m/s}^2$ .*

- (i) *Jika tenaga kinetic bertambah sebanyak 2400kJ dengan tiada perubahan pada ketinggian, berapakah nilai akhir halaju objek tersebut, dalam unit m/s.*
- (ii) *Jika tenaga potensi bertambah sebanyak 2400kJ dengan tiada perubahan pada halaju, berapakah nilai akhir untuk ketinggian objek tersebut, dalam unit m?*

**(15 marks/markah)**

2. (a) How is a steady flow system characterized?

*Bagaimana ciri utama aliran mantap?*

**(2 marks/markah)**

- (b) The kinetic energy of a fluid increases as it is accelerated in an adiabatic nozzle. Where does this energy come from?

*Tenaga kinetik suatu bendalir bertambah apabila dipecutkan di dalam sebuah muncung adiabatik. Daripada manakah datangnya tenaga tersebut?*

**(4 marks/markah)**

- (c) Is heat transfer to and from the fluid desirable as it flows through a nozzle? How will heat transfer affect the fluid velocity at the nozzle exit?

*Adakah pemindahan haba masuk dan keluar daripada bendalir dikehendaki semasa mengalir melalui muncung? Bagaimanakah pemindahan haba akan memberi kesan kepada kelajuan bendalir pada salur keluar muncung?*

**(4 marks/markah)**

- (d) Air enters an adiabatic nozzle steadily at 300 kPa, 200°C, and 30 m/s and leaves at 100 kPa and 180 m/s. The inlet area of the nozzle is 80 cm<sup>2</sup>. Determine (i) the mass flow rate through the nozzle, (ii) the exit temperature of the air, and (iii) the exit area of the nozzle.

*Udara memasuki sebuah muncung adiabatik secara mantap pada 300kPa dan 30 m/s. Ia meninggalkan muncung tersebut pada 100kPa dan 180 m/s. Luas salur masuk ialah 80 cm<sup>2</sup>. Carikan nilai (i) kadar alir jisim yang melalui muncung, (ii) suhu keluar udara tersebut, (iii) luas salur keluar muncung tersebut.*

**(15 marks/markah)**

3. (a) What is a thermal energy reservoir? Consider the energy generated by a tv set. What is a suitable choice for a thermal energy reservoir?

*Berikan definisi takungan tenaga haba? Ambil kira tenaga yang dilepaskan oleh sebuah set tv. Apakah pilihan yang sesuai untuk dijadikan takungan tenaga haba untuk tv tersebut?*

**(5 marks/markah)**

- (b) An experimentalist claims to have raised the temperature of a small amount of water to  $150^{\circ}\text{C}$  by transferring heat from high-pressure steam at  $120^{\circ}\text{C}$ . Is this a reasonable claim? Why? Assume no refrigerator or heat pump is used in the process.

*Seorang pengkaji menuntut bahawa dia berjaya menaikkan suhu sejumlah kecil air kepada  $150^{\circ}\text{C}$  dengan memindahkan haba daripada stim yang bertekanan tinggi bersuhu  $120^{\circ}\text{C}$ . Adakah ini mungkin terjadi? Mengapa? Anggapkan tiada penyejuk atau pam haba digunakan dalam proses ini.*

**(4 marks/markah)**

- (c) Is it possible for a heat engine to operate without rejecting any waste heat to a low-temperature reservoir? Explain.

*Adakah mungkin bagi sebuah enjin haba untuk beroperasi tanpa melepaskan sebarang haba buangan ke takungan bersuhu rendah? Terangkan.*

**(4 marks/markah)**

- (d) A steam power plant with a power output of 150MW consumes coal at a rate of 60tons/h. If the heating value of the coal is 30,000 kJ/kg, determine the thermal efficiency of this plant?

*Sebuah kilang kuasa wap dengan keluaran kuasa sebanyak 150MW menggunakan arang batu pada kadar 60 tons/h. Jika pemanasan arang batu tersebut ialah sebanyak 30,000 kJ/kg, kirakan kecekapan haba kilang tersebut?*

**(12 marks/markah)**

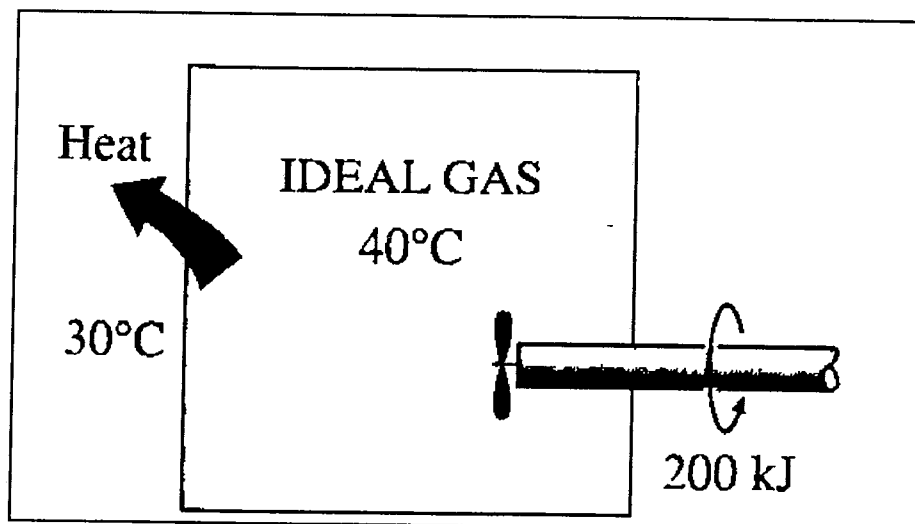
4. (a) What three different mechanisms can cause the entropy of a control volume to change?

*Apakah tiga mekanisme yang boleh menyebabkan perubahan pada entropi dalam isipadu kawalan?*

**(3 marks/markah)**

- (b) A rigid tank contains an ideal gas at  $40^{\circ}\text{C}$  that is being stirred by a paddle wheel. The paddle wheel does  $200\text{kJ}$  of work on the ideal gas. It is observed that the temperature of the ideal gas remains constant during this process as a result of heat transfer between the system and the surroundings at  $30^{\circ}\text{C}$ . Determine the entropy change of the ideal gas.

*Sebuah tangki tegar mengandungi gas unggul bersuhu  $40^{\circ}\text{C}$  sedang diputar oleh roda pengayuh. Roda pengayuh tersebut mengerjakan  $200\text{kJ}$  kerja pada gas unggul tersebut. Diperhatikan bahawa suhu gas unggul kekal semasa proses tersebut dan suhu luaran ialah  $30^{\circ}\text{C}$ . Carikan nilai perubahan entropi gas unggul tersebut.*



**(6 marks/markah)**

- (c) The radiator of a steam heating system has a volume of 20L and is filled with superheated water vapor at 200kPa and 200<sup>0</sup>C. At this moment both the inlet and the exit valves to the radiator are closed. After a while the temperature of the steam drops to 80<sup>0</sup>C as a result of heat transfer to the room air. Determine the entropy change of the steam during this process, in kJ/K.

*Sebuah radiator daripada sistem pemanasan wap mempunyai isipadu sebanyak 20L dan dipenuhi oleh wap air panas lampau bertekanan 200kPa dan bersuhu 200<sup>0</sup>C. Pada masa ini, kedua-dua salur masuk dan keluar radiator tersebut tertutup. Setelah beberapa ketika, suhu wap turun ke 80<sup>0</sup>C sebagai akibat pemindahan haba ke udara di dalam bilik. Carikan nilai perubahan entropi semasa proses tersebut di dalam nilai kJ/K.*

**(16 marks/markah)**

5. (a) A stationary power plant operating on an ideal Brayton cycle has a pressure ratio of 8. The gas temperature is 300 K at the compressor inlet and 1300K at the turbine inlet. Utilizing the air-standard assumptions, determine (a) the gas temperature at the exits of the compressor and the turbine, (b) the back work ratio and (c) the thermal efficiency.

*Sebuah kilang kuasa pegun beroperasi pada kitaran Brayton unggul mempunyai nisbah tekanan 8. Suhu gas tersebut ialah 300 K pada salur masuk pemampat dan 1300 K pada masukan turbin. Dengan menggunakan anggapan udara-piawai, carikan (a) suhu gas pada salur keluar pemampat dan turbin, (b) nisbah kerja balik, (c) kecekapan haba.*

**(25 marks/markah)**

