



**UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA**

**FINAL EXAMINATION  
SEMESTER I  
SESSION 2011/2012**

COURSE NAME : THERMODYNAMIC 1  
COURSE CODE : BDA 2022 / 20202/1612  
PROGRAMME : 2 BDD  
EXAMINATION DATE : JANUARY 2012  
DURATION : 2 ½ HOURS  
INSTRUCTION : **PART A : ANSWER THREE (3)  
QUESTIONS ONLY**  
**PART B : ANSWER ALL  
QUESTIONS**

THIS PAPER CONTAINS ELEVEN (11) PAGES

**PART A**

**Q1 (a)** Explain the following matters and give an example each:

- (i) Extensive properties;
- (ii) Intensive properties; and
- (iii) Adiabatic process

(6 marks)

(b) **Figure Q1 (b)** shows a manometer is attached to a tank of gas in which the pressure is greater than that of the surroundings. The manometer liquid is mercury, with a density of  $13.59 \text{ g/cm}^3$ . The difference in mercury levels in the manometer is 2 cm. Atmospheric pressure is 98 kPa. Calculate (in kPa), the gauge and absolute pressure of the gas.

(7 marks)

(c) **Figure Q1 (c)** shows that a river flowing steadily at a rate of  $270 \text{ m}^3/\text{s}$  is considered for hydroelectric power generation. It is determined that a dam can be built to collect water and release it from an elevation difference of 70 m to generate power. [Density of water,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ]

- (i) Calculate the potential energy of the river water per unit mass; and
- (ii) Determine the power generated from the river water after the dam is filled in MW unit.

(7 marks)

**Q2 (a)** Water initially at 300 kPa and  $250^\circ\text{C}$  is contained in a piston-cylinder device fitted with stoppers, **Figure Q2 (a)**. The water is allowed to cool at constant pressure until it exists as a saturated vapor and the piston rests on the stops. Then the water continues to cool until the pressure is 100 kPa. On the T-v diagrams sketch, with respect to the saturation lines, the process curves passing through both the initial, intermediate, and final states of the water.

- (i) Label the T, P and v values for end states on the process curves.
- (ii) Find the overall change in internal energy between the initial and final states per unit mass of water.

(10 marks)

- (b) 100 grams of R-134a initially filled with a weighted piston-cylinder device at 60 kPa and  $-20^{\circ}\text{C}$ , **Figure Q2 (b)**. The device is then heated until the temperature is  $100^{\circ}\text{C}$ . Determine the change in the device's volume as the result of the heating.

(10 marks)

- Q3** (a) A rigid tank initially contains 200-L mixture of liquid water and vapor at  $95^{\circ}\text{C}$  and three-quarter of the mass is in the liquid phase. The mixture is then heated until its temperature is  $135^{\circ}\text{C}$ . Calculate the heat transfer required for this process. Show the process on  $T$ - $v$  and  $P$ - $v$  diagram with respect to saturation lines.

(8 marks)

- (b) An insulated piston-cylinder device initially contains 2 kg saturated liquid water at  $210^{\circ}\text{C}$ . Water is stirred by a paddle-wheel and heated by electric resistor in the piston-cylinder. The work amount of paddle-wheel is 50 kJ and now the electric resistor is turned on for 1 hour until the volume triples. Determine

- (i) The final volume of the piston-cylinder
- (ii) The final temperature, and
- (iii) The electrical power rating of the resistor

(12 marks)

- Q4** (a) Steam from a boiler at 1 MPa of pressure and temperature of  $200^{\circ}\text{C}$  is being throttled by an adiabatic valve to reduce its pressure to 0.2 MPa before it is being delivered to an another device. At valve outlet point, determine;

- (i) How much the enthalpy of the steam, and
- (ii) Its outlet temperature.

(7 Marks)

- (b) The steam (from question Q4 (a)) with mass flow rate of about 20,000 kg/hour is then delivered into a well insulated heat exchanger as a hot fluid. Cold fluid (water) from water tap is used to cool the steam by circulating the water through the tubes inside the heat exchanger. As the cold water pass through the heat exchanger, its temperature is increased by  $10^{\circ}\text{C}$  at an outlet of the heat exchanger. Determine the mass flow rate of the cooling water required if the steam is to leave the heat exchanger as;

- (i) Saturated vapor at 0.2 MPa, and
- (ii) Wet mixture having 80% quality at 0.2 MPa.

Use specific heat of cooling water at constant pressure as 4.18 kJ/kg.°C.

(13 Marks)

**PART B**

- Q5. (a)** Kelvin–Planck and Clausius statements of the second law of thermodynamics are very useful in the understanding of heat engine operation. State both of them.

(5 marks)

- (b) By using 2 kW of electrical power, a heat engine creates a heating effect of 30 000 kJ/h for a space maintained at 288 K. Determine the minimum source temperature, and state your assumption.

(5 marks)

- (c) A sink and source temperatures for a Carnot heat engine are given by  $T_L$  and  $T_H$ , respectively. If this engine's thermal efficiency is desired to be doubled, what is the new temperature of the source? Assume that the temperature of the sink is held constant.

(5 marks)

- (d) The manufacturer of a washing machine claims that the washer will use RM155/year worth of hot water, provided that the water is heated by a gas water heater at a natural gas rate, which is RM5.61/therm (1 therm = 105 500 kJ). Calculate total energy transfer to water per week, if the efficiency of the gas water heater is 61%.

(5 marks)

- Q6 (a)** Describe the definition of entropy that satisfies the second law of thermodynamics.

(3 marks)

- b) Find the entropy, region and/or temperature of steam at the following Table 6-1.

Table 6-1: The relation properties of steam

<i>P</i>	<i>T</i>	<i>Region</i>	<i>s</i> kJ/(kg K)
4 MPa	120°C		
1 MPa	60°C		
2 MPa	500°C		
30 kPa		Quality, $x = 0.72$	

(4 marks)

- c) The general schematic diagram of the power generation which involves the operating parameters of turbine is presented in **figure Q6**. Steam enters an adiabatic turbine at 8MPa, 700°C, and 120m/s and leaves at 50kPa, 200°C, and 60m/s. If the power output of the turbines is 7MW, determine;
- The mass flow rate of the steam flowing through the turbine, and
  - The isentropic efficiency of the turbine.

(13 marks)

**BAHAGIAN A**

S1 (a) Terangkan perkara-perkara yang berikut berserta contoh:

- (i) Sifat ektensif;
- (ii) Sifat intensif; dan
- (iii) Proses adiabatik

(6 markah)

(b) **Rajah S1 (b)** menunjukkan sebuah manometer yang dipasang dengan tangki gas di mana tekanannya adalah lebih besar daripada persekitaran. Cecair yang terkandung di dalam manometer merupakan merkuri di mana ketumpatannya ialah  $13.59 \text{ g/cm}^3$ . Perbezaan ketinggian merkuri di manometer tersebut ialah 2 cm. Tekanan atmosfera ialah 98 kPa. Hitung tekanan tolok dan tekanan mutlak gas di dalam kPa.

(7 markah)

(c) **Rajah S1 (c)** menunjukkan sebatang sungai yang mengalir dengan kelajuan  $270 \text{ m}^3/\text{s}$  yang dipertimbangkan untuk stesen janakuasa hidroelektrik. Sebuah empangan dibina bagi tujuan pengumpulan air dari sungai dan melepaskannya pada ketinggian 70 m untuk menghasilkan tenaga elektrik. [Ketumpatan air,  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ ]

- i) Hitung tenaga keupayaan air sungai per unit jisim; dan
- ii) Tentukan kuasa yang dihasilkan oleh air sungai tersebut selepas empangan di isi di dalam unit MW.

(7 markah)

S2 (a) Sebuah silinder-omboh mengandungi air pada tekanan 300 kPa dan suhu  $250^\circ\text{C}$  dan dipasang dengan penghenti (stoppers), **Rajah S2 (a)**. Air dibenarkan menyejuk pada tekanan tetap sehingga ia menjadi wap tepu dan ombok berhenti pada penghenti. Kemudian air akan terus menyejuk sehingga tekanan 100 kPa. Pada rajah T-v dengan berpandukan garisan tepu, lengkok proses melalui keadaan awal, pertengahan dan akhir bagi air.

- a) Labelkan nilai T, P dan v pada setiap keadaan lengkok proses.
- b) Tentukan nilai perubahan dalam tenaga dalam antara keadaan awal dan akhir bagi setiap unit jisim air.

(10 markah)

- (b) Sebuah silinder-omboh beserta pemberat mengandungi 100 gram R-134a pada tekanan 60 kPa dan  $-20^{\circ}\text{C}$ , **Rajah S2(b)**. Peralatan ini dipanaskan sehingga suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Tentukan perubahan dalam isipadu alat ini disebabkan oleh pemanasan.

(10 markah)

- S3 (a) Sebuah tangki tegar pada awalnya mengandungi 200-L campuran cecair dan wap tepu pada suhu  $95^{\circ}\text{C}$  dan tiga suku jisimnya berada didalam keadaan fasa cecair. Campuran ini kemudian dipanaskan sehingga suhunya mencapai  $135^{\circ}\text{C}$ . Kirakan pemindahan haba yang diperlukan untuk proses ini. Tunjukkan proses ini pada gambarajah  $T-v$  dan  $P-v$  dengan merujuk kepada garisan tepu.

(8 markah)

- (b) Satu piston-silinder bertebat pada awalnya mengandungi 2 kg cecair tepu yang bersuhu  $210^{\circ}\text{C}$ . Air dikacau oleh roda pengayuh dan dipanaskan oleh satu perintang elektrik didalam piston-silinder tersebut. Kerja roda pengayuh tersebut adalah 50 kJ dan pada ketika ini perintang elektrik itu diaktifkan selama 1 jam sehingga isipadu didalamnya menjadi 3 kali ganda. Tentukan

- (i) Isipadu akhir piston-silinder tersebut
- (ii) Suhu akhir, dan
- (iii) Kadar kuasa perintang elektrik

(12 markah)

- S4 a) Stim daripada boiler pada tekanan 1 MPa dan suhu  $200^{\circ}\text{C}$  telah dikawal alirannya menggunakan adiabatik injap bagi mengurangkan tekanannya kepada 0.2 MPa sebelum dialirkan ke suatu peranti yang lain. Pada titik keluaran injap berkenaan, tentukan;

- (i) Berapakah nilai entalpi stim berkenaan, dan
- (ii) Suhu keluarannya.

(7 Markah)

- b) Stim (daripada soalan Q4 (a)) dengan kadar alir sebanyak 20,000 kg/jam akan dialirkan ke dalam alat penukar haba yang ditebat dengan sempurna sebagai bendalir panas. Bendalir sejuk (iaitu air) daripada pili air digunakan untuk menyejukkan stim berkenaan dengan cara mengalirkan air menerusi tiub-tiub di dalam alat penukar haba berkenaan. Oleh kerana air sejuk berkenaan mengalir melalui alat penukar haba, suhunya pada posisi keluaran alat berkenaan

meningkat sebanyak  $10^{\circ}\text{C}$ . Tentukan kadar alir air penyejuk yang diperlukan jika stim yang meninggalkan alat penukar haba di anggap sebagai;

- (i) Wap tepu pada 0.2 MPa, dan
- (ii) Campuran basah dengan kualiti 80% pada 0.2 MPa.

(Gunakan nilai haba tentu setekanan bagi air penyejuk sebagai  $4.18 \text{ kJ/kg} \cdot ^{\circ}\text{C}$ ).

(13 Markah)

- S5. (a) Pernyataan-pernyataan Kelvin-Planck dan Clausius, yang berkait dengan hukum ke-dua termodinamik, amat berguna dalam memahami operasi enjin haba. Berikan kedua-dua pernyataan ini.

(5 markah)

- (b) Dengan menggunakan 2 kW kuasa elektrik, sebuah enjin haba menghasilkan kesan pemanasan sebanyak 30 000 kJ/jam terhadap ruang bersuhu malar 288 K. Tentukan suhu minimum *source*, dan nyatakan anggapan anda.

(5 markah)

- (c) Suhu *sink* dan *source* bagi sebuah enjin haba Carnot diberikan sebagai  $T_L$  and  $T_H$ . Jika kecekapan terma enjin ini hendak ditingkatkan sebanyak dua kali ganda, apakah suhu *source* yang baru? Andaikan suhu *sink* tidak berubah.

(5 markah)

- (d) Pengeluar sebuah mesin pembasuh mendakwa bahawa alat tersebut menggunakan air panas pada kos RM155/tahun, dengan syarat, air tersebut dipanaskan menggunakan pemanas pada kos RM5.61/term (1 term = 105 500 kJ). Kira berapa jumlah pemindahan tenaga ke air per minggu, jika kecekapan pemanas air di atas adalah 61%.

(5 markah)

- S6 (a) Terangkan definasi entropi yang jelas mempunyai kaitan dengan Hukum Kedua Termodinamik

(3 markah)



- (b) Dapatkan nilai-nilai entropi, keadaan fasa dan suhu bergantung kepada ruang kosong yang terdapat di Jadual 6-1.

Jadual 6-1: Hubungan sifat-sifat stim

<i>P</i>	<i>T</i>	<i>Region</i>	<i>s kJ/(kg K)</i>
<b>4 MPa</b>	<b>120°C</b>		
<b>1 MPa</b>	<b>60°C</b>		
<b>2 MPa</b>	<b>500°C</b>		
<b>30 kPa</b>		<b>Quality, <math>x = 0.72</math></b>	

(4 markah)

- (c) **Rajah S6** jelas menunjukkan secara keseluruhan sistem janakuasa yang melibatkan penggunaan turbin serta data-data semasa beroperasi. Semasa adiabatic turbin ini berfungsi, wap akan memasuki pada tekanan 8MPa, suhu pada 700°C dan berhalaju 120m/s. Manakala, pada bahagian keluaran, tekanan wap menjadi 50kPa, bersuhu 200°C, dan pada kelajuan 60m/s. Dapatkan;

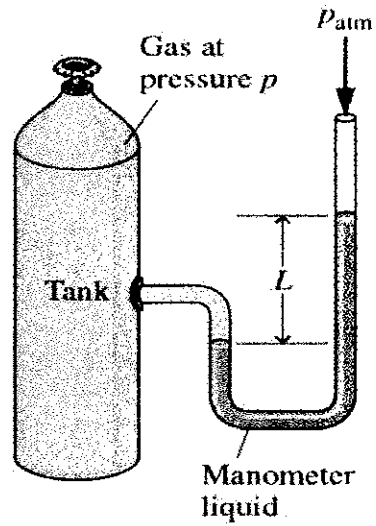
- i) Kadar alir wap yang melalui turbin ini, dan
- ii) Kecekapan isentropic bagi turbin ini

(13 markah)

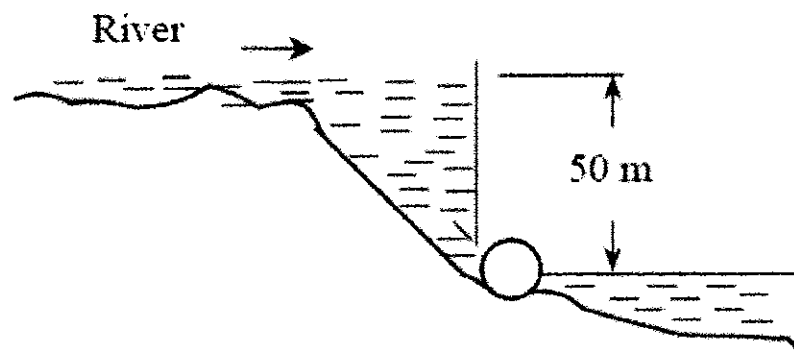
**FINAL EXAM / PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER / SESSION : SEMI I / 2011/2012  
COURSE : THERMODYNAMICS 1

PROGRAMME : 2 BDD  
SUBJECT CODE: BDA 2022/ 20202/1612



**Figure Q1 (b) / Rajah S1 (b)**

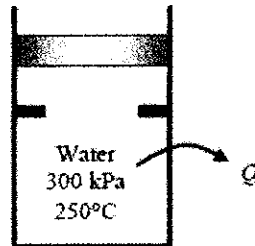


**Figure Q1 (c) / Rajah S1 (c)**

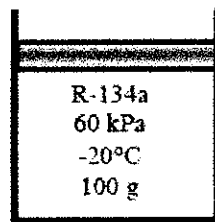
**FINAL EXAM / PEPERIKSAAN AKHIR**

SEMESTER / SESSION : SEMI / 2011/2012  
 COURSE : THERMODYNAMICS I

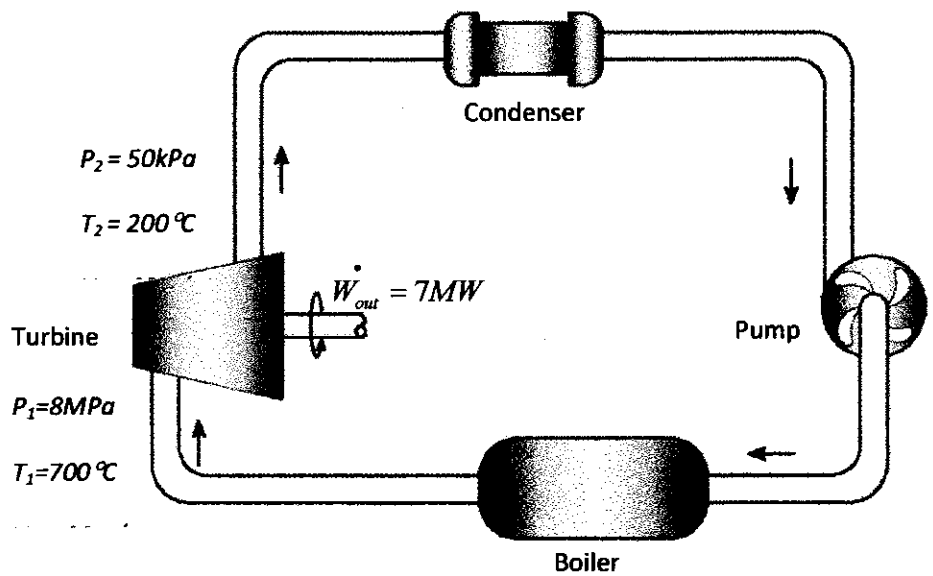
PROGRAMME : 2 BDD  
 SUBJECT CODE: BDA 2022/ 20202/1612



**Figure Q2 (a) / Rajah S2 (a)**



**Figure Q2 (b) / Rajah S2 (b)**



**Figure Q6 / Rajah S6**