
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang Akademik 2010/2011

November 2010

EEM 223 – TERMOBENDALIR

Masa : 3 jam

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi TUJUH BELAS muka surat bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan

Jawab **LIMA** soalan.

Mulakan jawapan anda untuk setiap soalan pada muka surat yang baru.

Agihan markah bagi soalan diberikan disudut sebelah kanan soalan berkenaan.

Jawab semua soalan di dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris atau kombinasi kedua-duanya.

“Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah diguna pakai.”

“In the event of any discrepancies, the English version shall be used.”

1. (a) Terangkan kesan rerambut dan apakah yang menyebabkan kesan ini terjadi?

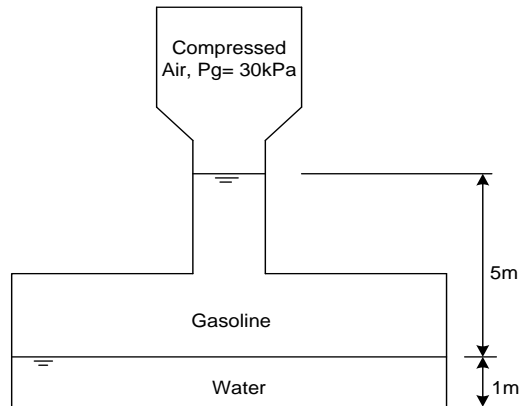
Explain the capillary effect and how it is caused by?

(30 markah)

(30 marks)

- (b) Jika graviti tentu bagi gasolin ialah $S_g = 0.68$, tentukan tekanan antara-muka gasolin-air, dan di dasar tangki seperti dalam Rajah 1. Ungkapkan tekanan tolok dalam unit N/m^2 , N/mm^2 , dan sebagai turus tekanan dalam meter air.

If the specific gravity of the gasoline is $S_g = 0.68$, determine the pressure at the gasoline-air interface, and at the bottom of the tank as shown in Figure 1. Express the gage pressure in units of N/m^2 , N/mm^2 , and as a pressure head in meter of water.



Rajah 1

Figure 1

(30 markah)

(30 marks)

- (c) Diberi $u = 10y^{1/6}$, dimana u adalah kelajuan air dalam m/s dan y adalah jarak antara sempadan dalam mm, plot profil kelajuan dan tentukan kadar tegangan ricih pada $y=2\text{mm}$ kepada tegangan ricih pada $y=5\text{mm}$.

Given $u = 10y^{1/6}$, where u is the velocity of water in m/s and y is the distance from the boundary in mm, plot the velocity profile and determine the ratio of shear stress at $y = 2\text{mm}$ to the shear stress at $y = 5\text{mm}$.

(40 markah)

(40 marks)

2. (a) Terangkan kesan fenomena keronggaan dan bagaimanakah ia terbentuk?

Explain the cavitation phenomenon and how it is developed?

(30 markah)

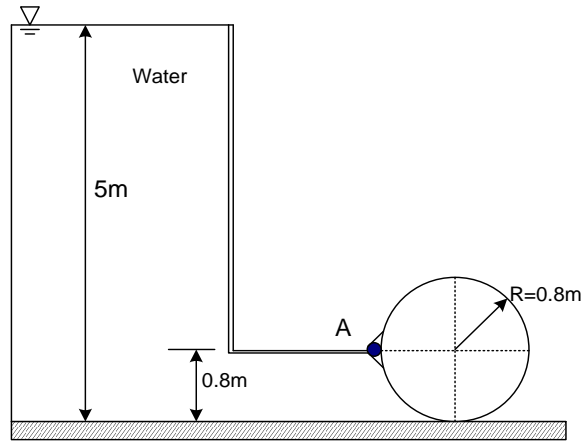
(30 marks)

- (b) Sebuah silinder tumpat panjang berjejari 0.8m digantung pada titik A digunakan sebagai pintu automatic seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Apabila aras air mencapai 5m, pintu terbuka dengan memesonkan pada titik gantung A. Tentukan:

A long solid cylinder of radius 0.8m hinged at point A is used as an automatic gate, as shown in Figure 2. When the water level reaches 5m, the gate opens by turning about hinge at point A. Determine:

- (i) Daya yang bertindak ke atas silinder dan sudut bagi arah tindakan
The force acting on the cylinder and the angle of line of action

- (ii) Berat per unit panjang bagi silinder
The weight per unit length of the cylinder



Rajah 2

Figure 2

(30 markah)

(30 marks)

- (c) Katakan sebuah blok ais kiub yang besar terapung di dalam air laut. Graviti tentu bagi ais dan air laut masing-masing 0.92 dan 1.025. Jika 10cm blok ais terlungur keluar diatas permukaan air, tentukan ketinggian blok ais yang berada dibawah permukaan air laut dan ketinggian pusat meta bagi blok ais tersebut.

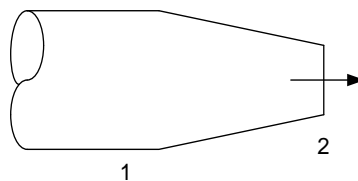
Consider a large cubic ice block floating in seawater. The specific gravities of ice and seawater are 0.92 and 1.025, respectively. If a 10cm-high portion of the ice block extends above the surface of the water, determine the height of the ice block below the seawater surface and the metacentric height of the ice block.

(40 markah)

(40 marks)

3. (a) Air mengalir melalui sebuah muncung yang mengecil daripada garis pusat 10cm kepada 2cm. Halaju disalur keluar v_2 ialah 25m/s, dan tekanan adalah atmosfera bagi jet disalur keluar seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3. Kirakan tekanan di peringkat 1.

Water flows through a nozzle that contract from a diameter of 10cm to 2cm. The exit velocity is $v_2=25\text{m/s}$, and the atmospheric pressure prevail at the exit jet as shown in Figure 3. Calculate the pressure at section 1.



Rajah 3

Figure 3

(30 markah)

(30 marks)

...6/-

- (b) Terangkan dengan ringkas jenis aliran wujud didalam paip diklasifikasikan dan bagaimana eksperimen dijalankan?

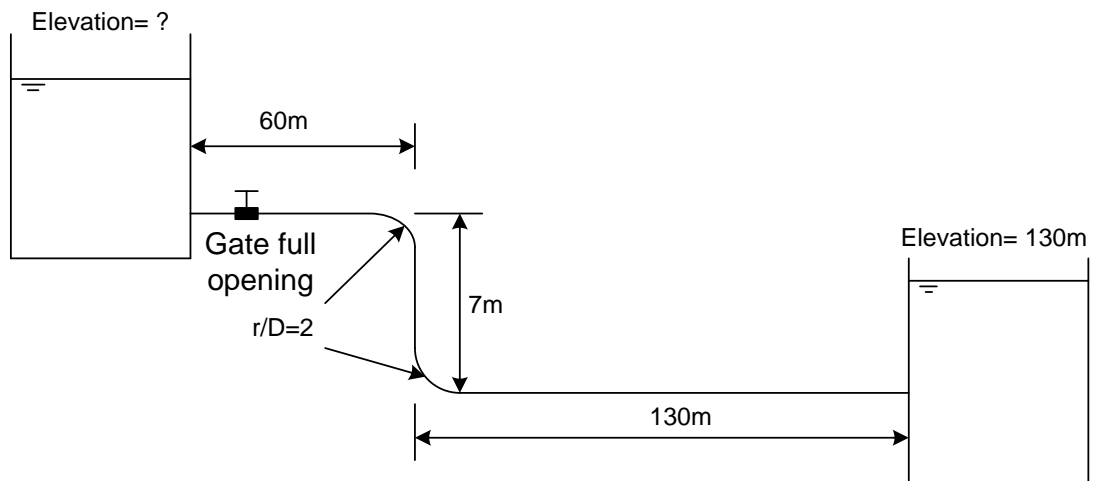
Explain briefly the types of flow exist in the pipe are characterized and how the experiment has been made?

(30 markah)

(30 marks)

- (c) Minyak dengan kelikatan kinematik $4 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ dan gravity tentu 0.9 mengalir dari tangki atas ke tangki bawah pada kadar $0.028 \text{ m}^3/\text{s}$ didalam 15cm paip besi tuang seperti dalam Rajah 4. Tentukan aras permukaan minyak di tangki atas.

An oil with the kinematic viscosity of $4 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ and specific gravity of 0.9 flows from the upper to the lower reservoir at a rate of $0.028 \text{ m}^3/\text{s}$ in the 15cm cast iron pipe as in Figure 4. Determine the elevation of the oil surface in the upper reservoir.



Rajah 4

Figure 4

(40 markah)

(40 marks)

...7/-

4. (a) Satu sistem mengandungi dua subsistem dengan nilai U_1, V_1, P_1 dan U_2, V_2, P_2 , di mana U ialah tenaga dalaman. U dan V kedua-duanya adalah kuantiti ekstensif. Hukum bagi penambahan dikenakan ke kedua-dua kuantiti tersebut dan satu system lengkap diperoleh $U = U_1 + U_2$; $V = V_1 + V_2$. satu definisi biasa bagi fungsi yang lain ialah, entalpi $H = U + PV$, di mana P ialah tekanan luaran. Ternyata, H juga adalah satu fungsi keadaan dan satu kuantiti ekstensif. Bincangkan samada hukum penambahan yang dikenakan terhadap H adalah serupa bagi $H = U_1 + P_1 V_1 + U_2 + P_2 V_2$

Petunjuk: Sebelum soalan ini dibincangkan, adalah satu keperluan untuk mendefinisikan keadaan dengan lebih baik. Bagaimana dua tekanan yang berbeza boleh diselaraskan? Anda mungkin akan mendapati dua kes yang berbeza.

A system consists of two subsystems with the values U_1, V_1, P_1 and U_2, V_2, P_2 , where U is the internal energy. U and V are both extensive quantities. The law of additivity applies to them and we have for the complete system $U = U_1 + U_2$; $V = V_1 + V_2$. One often defines another function, enthalpy $H = U + PV$, where P is the external pressure. Evidently, H is also a state function and an extensive quantity. Discuss whether the law of additivity applies to H in a way that $H = U_1 + P_1 V_1 + U_2 + P_2 V_2$.

Hint: Before we discuss this question, it is necessary to define the situation better. How can the two different pressures be maintained? You may find two different cases.

(20 markah)

(20 marks)

...8/-

- (b) Gunakan kaedah mengikut pilihan anda sendiri untuk mengira satu ungkapan bagi α dalam bentuk T , P , α dan β .

Use the methodology of your choice to compute an expression for α in terms of T , P , α and β .

Petunjuk: Bentuk pembezaan bagi fungsi tenaga ialah:

Hint: *The differential forms of the energy functions are:*

Anda mungkin perlu untuk mendapatkan V dan U dalam bentuk P dan T . Mulakan dengan (a) ungkapan bagi dV dalam bentuk dT dan dP (anda sepatutnya tahu apakah maksudnya), (b) terbitkan ungkapan bagi dS dalam bentuk dT dan dP (gunakan persamaan Maxwell yang berkenaan daripada yang mana-mana empat fungsi tenaga dia tasa diterbitkan) dan c) dapatkan dU dalam bentuk dT dan dP . Itu akan menyelesaikannya.

You will need to get V and U in terms of P and T . Start from (a) the expressions of dV in terms of dT and dP (you should know what that is), (b) derive an expression of dS in terms of dT and dP (use the appropriate Maxwell equation indicating from which of the four energy functions above is derived) and (c) get dU in terms of dT and dP . That should do it.

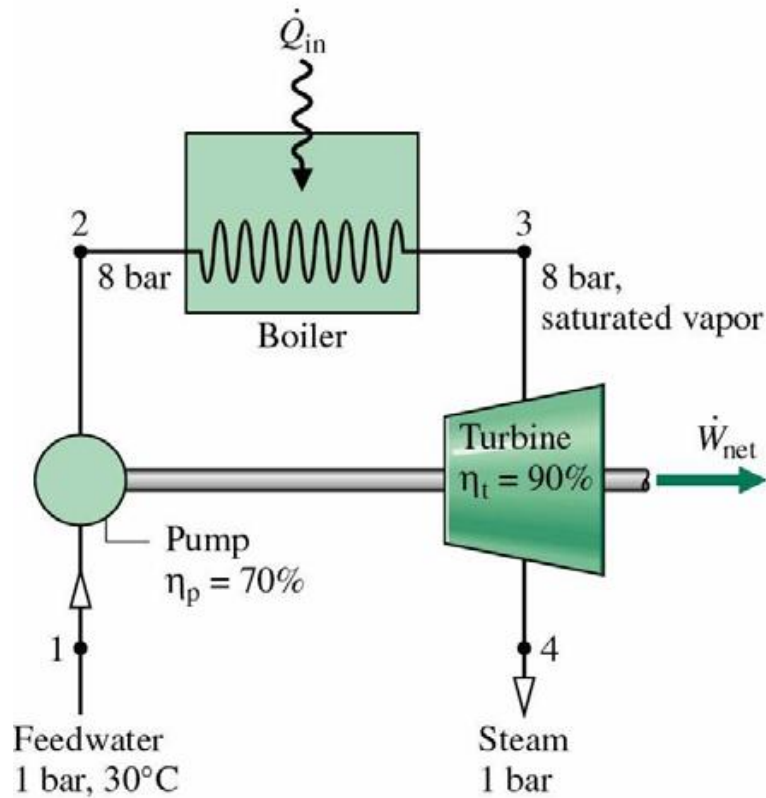
(30 markah)

(30 marks)

- (c) Rajah 5 menunjukkan tiga peranti beroperasi pada keadaan sedia: satu pam, satu pendidih dan satu turbin. Turbin tersebut membekalkan kuasa yang diperlukan untuk menggerakkan pam dan juga membekalkan kuasa kepada peranti yang lain. Bagi operasi adiabatik bagi pam dan turbin, dengan mengabaikan kesan tenaga kinetik dan tenaga keupayaan, tentukan dalam kJ per kg bagi pengaliran stim:

Figure 5 shows three devices operating at steady state: a pump, a boiler, and a turbine. The turbine provides the power required to drive the pump and also supplies power to other devices. For adiabatic operation of the pump and turbine, and ignoring kinetic and potential energy effects, determine, in kJ per kg of steam flowing:

- (i) Kerja yang diperlukan oleh pam
The work required by the pump
(15 markah)
(15 marks)
- (ii) Haba yang dipindahkan oleh pendidih
The heat transfer to the boiler
(15 markah)
(15 marks)
- (iii) Kerja bersih yang dihasilkan oleh turbin
The net work developed by the turbine
(20 markah)
(20 marks)



Rajah 5
Figure 5

Useful data:

$h_1 = 125.74 \text{ KJ/Kgr}$, $v_1 = 1.0043 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{Kgr}$.

$h_3 = 2769.1 \text{ KJ/Kgr}$,

$s_3 = 6.6628 \text{ KJ/Kgr K}$

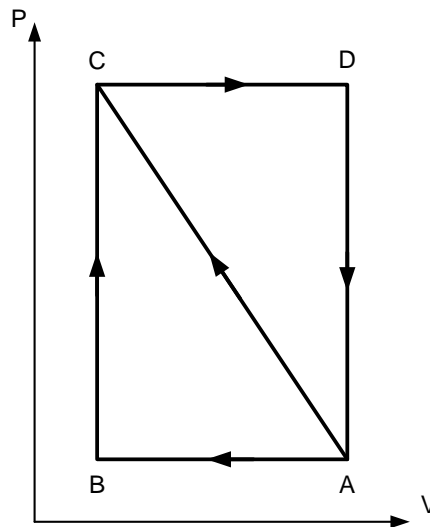
At 1 bar, $s_f = 1.3026 \text{ KJ/Kgr K}$, $s_g = 7.3594 \text{ KJ/Kgr K}$, $h_f = 417.46 \text{ KJ/Kgr}$,

$h_g = 2675.5$

KJ/Kgr .

5. (a) Sejenis gas disimpan dalam silinder yang dimampatkan oleh omboh. Dalam Rajah 6, perubahan bagi tenaga dalaman gas itu dari A ke C sepanjang laluan pepenjuru ialah +800J. Kerja yang dihasil oleh gas tersebut apabila dimampatkan pada tekanan “*isobaric*” yang sama dari titik A ke titik B ialah +500J.

A gas is kept in a cylinder fitted with a piston. In Figure 6, the change in internal energy of a gas that is taken from A to C along the diagonal path is +800 J. The work done on the gas when it is compressed isobarically from point A to point B is +500 J.



Rajah 6

Figure 6

- (i) Berapa banyakkah haba yang ditambah atau dipindahkan dari gas semasa ia bergerak dari A melalui B dan ke C?

How much heat is added to or removed from the gas as it goes from A through B and on to C?

- (ii) Jika tekanan pada titik C adalah lima kali ganda dari titik B, berapa banyakkah kerja yang dilakukan oleh gas terhadap omboh apabila ia mengunjur dari C ke D?

If the pressure at point C is five times that of point B, how much work does the gas do on the piston when it expands from C to D?

- (iii) Gas apabila ia bergerak dari C ke D dan kembali ke A? Perincikan samada pergerakan adalah ke dalam atau ke luar bagi gas tersebut.

How much heat flows into or out of the gas when it goes from C to D and back to A. Specify whether the flow is into or out of the gas

- (iv) Berapa banyakkah kerja yang dilakukan terhadap gas dalam proses pepenjur AC?

How much work is done on the gas in the diagonal process AC?

(20 markah)

(20 marks)

- (b) Baca dengan berhati-hati kenyataan-kenyataan berikut dan kenal pasti samada ia adalah **BETUL** atau **SALAH** dan sertakan **ALASAN** berdasarkan pengetahuan termodinamik. Bagi kenyataan yang salah dan yang berkemungkinan, lakukan pindaan dengan jelas pada kenyataan tersebut untuk menjadikan ia benar.

*Read carefully the following statements and determine whether they are **TRUE** or **FALSE** and **INDICATE** your thermodynamic reasoning. For false statements and when possible, briefly amend the given statement to make it true.*

- (i) Satu jasad dalam keadaan keseimbangan dan berhubung secara termal dan mekanikal dengan satu takungan pada tekanan dan suhu yang sekata berkemungkinan mempunyai nilai bagi Gibbs tenaga terbebas bagi jasad tersebut yang terendah.

A body in equilibrium and in thermal and mechanical contact with a reservoir at constant pressure and temperature will have the lowest possible value of Gibbs free energy for that body.

- (ii) Jika dua fasa yang terencam oleh bahan tulen dari jenis yang sama berada dalam keadaan keseimbangan pada tekanan yang sekata, maka kedua-duanya mesti mempunyai nilai bagi Gibbs tenaga terbebas yang sama.

If two phases that are composed of the same kind of pure material are in equilibrium at constant pressure, then they must have the same value of the Gibbs free energy.

- (iii) Pencairan bagi bahan tulen dengan jumlah yang tetap pada tekanan yang sekata berlaku dalam proses endotermik apabila entropi bagi cecair adalah lebih besar dari entropi pepejal.

Melting of a fixed amount of a pure material at constant pressure is an endothermic process when the entropy of the liquid is greater than the entropy of the solid.

- (iv) Jika satu sistem yang tidak mempunyai rintangan lain berada dalam keseimbangan pada tekanan dan suhu takungan yang sekata, maka sistem itu berada dalam keseimbangan jika sekurang-kurangnya terdapat satu proses yang boleh menaikkan nilai bagi Gibbs tenaga terbebas.

If a system has no constraints other than being in equilibrium with a constant pressure reservoir and constant temperature reservoir, then that system is in equilibrium if there is at least one process that increases its Gibbs free energy.

- (v) Bagi kawasan yang mempunyai gambar rajah fasa di mana dua fasa pepejal α dan β bagi aloi pembinaan wujud dalam keadaan keseimbangan, nilai bagi darjah kebebasan tidak bersandar (tidak termasuk untuk tekanan bersandar) ialah 2.

For the region of the phase diagram where two solid phases α and β of a binary alloy coexist in equilibrium, the number of independent degrees of freedom (not accounting for pressure dependence) is 2.

(30 markah)

(30 marks)

- (c) Sebuah gas turbin menerima gas dari ruang pembakaran pada 7 bar dan 650 °C dengan kelajuan 9 m/s. Gas tersebut keluar dari turbin pada 1 bar dengan kelajuan 45 m/s. Dengan andaian bahawa mengembangan adalah adiabatic dan boleh diterbalikkan dalam kes yang ideal, untuk setiap kadar aliran jisim, kirakan daya keluar tersebut. Untuk gas tersebut, gunakan $\gamma = 1.333$ and $c_p = 1.11$ kJ/kg K

A gas turbine receives gases from the combustion chamber at 7 bar and 650 °C with a velocity of 9 m/s. The gases leave the turbine at 1 bar with a velocity of 45 m/s. Assuming that the expansion is adiabatic and reversible in the ideal case, calculate the power output per unit mass flow rate. For the gases take $\gamma = 1.333$ and $c_p = 1.11$ kJ/kg K.

(50 markah)

(50 marks)

6. (a) Satu tong mengandungi 0.2m³ isipadu nitrogen pada 1.013 bar dan 15 °C. Jika 0.2 kg nitrogen dipamkan ke dalam tong tersebut, kirakan jumlah tekanan baru apabila tong tersebut berada dalam suhu asal. Jisim molar nitrogen adalah 28 kg/kmol, dan ini mungkin dianggap gas yang sempurna.

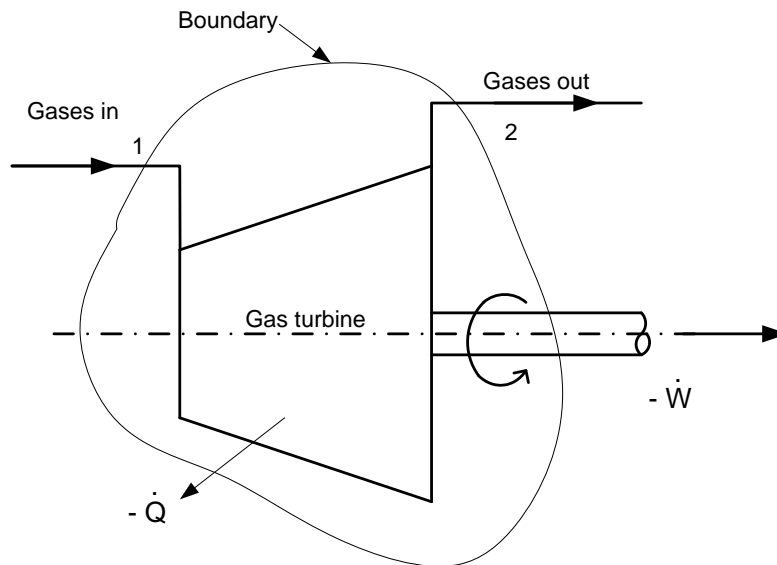
A vessel of volume 0.2 m³ contains nitrogen at 1.013 bar and 15 °C. If 0.2 kg of nitrogen is now pumped into the vessel, calculate the new pressure when the vessel has returned to its initial temperature. The molar mass of nitrogen is 28 kg/kmol, and it may be assumed to be a perfect gas.

(20 markah)

(20 marks)

- (b) Di dalam unit gas turbin , aliran gas melalui turbin pada 17 kg/s dan daya yang dihasilkan oleh turbin tersebut ialah 14 000 kW. “Enthalpy” khusus pada gas dari salur masuk dan salur keluar masing-masing adalah 1200 kJ/kg dan 360 kJ/kg. Kelajuan gas pada kedua-dua saluran masuk dan keluar adalah 60 m/s dan 150 m/s. Kirakan tahap haba yang dinyah-keluar dari turbin dan cari kawasan salur masuk yang mana isipadu khusus gas pada salur masuk ialah 0.5 m³/kg. Sila rujuk pada Rajah 7.

In the turbine of a gas turbine unit the gases flow through the turbine at 17 kg/s and the power developed by the turbine is 14 000 kW. The specific enthalpies of the gases at inlet and outlet are 1200 kJ/kg and 360 kJ/kg, respectively, and the velocities of the gases at inlet and outlet are 60 m/s and 150 m/s respectively. Calculate the rate at which heat is rejected from the turbine. Find also the area of the inlet pipe given that the specific volume of the gases at inlet is 0.5 m³/kg. Refer to Figure 7.



Rajah 7

Figure 7

(30 markah)

(30 marks)

...17/-

- (c) Didalam turbin hawa, udara mengembang dari 6.8 bar dan 430 °C hingga ke 1.013 bar dan 150 °C. Abaikan haba yang hilang dari turbin itu. Lakarkan proses yang terbentuk didalam turbin gas itu dan buktikan proses itu tidak dapat diterbalikkan. Kirakan juga perubahan “entropy” setiap kilogram udara.

In an air turbine the air expands from 6.8 bar and 430 °C to 1.013 bar and 150 °C. The heat loss from the turbine can be assumed to be negligible. Sketch the process in gas turbine and show that the process is irreversible. Also calculate the change of entropy per kilogram of air.

(50 markah)

(50 marks)

ooooOoooo