UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Kedua
Sidang Akademik 2002/2003
Second Semester Examination
2002/2003 Academic Session

Februari/Mac 2003
February/March 2003

ESA 242/3 – Termodinamik
(Thermodynamics)

Masa : [3 Jam]
Time : [3 hours]

ARAHAN KEPADA CALON :
INSTRUCTION TO CANDIDATES:

1. Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi **(12) DUA BELAS** mukasurat bercetak termasuk lampiran dan **(6) ENAM** soalan.
   Please ensure that this paper contains (12) TWELVE printed pages including attachment and (6) SIX questions .

2. Anda dikehendaki menjawab **(5) LIMA** soalan.
   Please answer (5) FIVE questions .

3. Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan.
   The mark allocated for each question is shown on the right hand side.

4. Soalan boleh dijawab dalam Bahasa Inggeris kecuali satu soalan mestilah dijawab dalam Bahasa Melayu
   The questions can be answered in English but one question must be answered in Bahasa Melayu.

5. Mesin kira bukan yang boleh diprogram boleh digunakan.
   Non programmable calculator can be used.

1. Terangkan istilah-istilah termodinamik yang berikut:
Explain the following thermodynamics terms:

(a) sistem
system

(2 markah/*marks*)

(b) sistem terbuka
open system

(2 markah/*marks*)

(c) sistem tertutup
closed system

(2 markah/*marks*)

(d) sifat sifat termodinamik
thermodynamics properties

(2 markah/*marks*)

(e) kitar termodinamik
thermodynamics cycles

(2 markah/*marks*)

(f) fasa
phase

(2 markah/*marks*)

(g) zat murni
pure substance

(2 markah/*marks*)

(h) hukum pertama termodinamik
first law of thermodynamics

(3 markah/*marks*)

(i) hukum kedua termodinamik
second law of thermodynamics

(3 markah/*marks*)

2. (a) Dengan menganggapkan bahawa gas bagi suatu sistem tertutup adalah bersifat unggul, tunjukan bahawa bagi satu proses isothermal dari hukum pertama termodinamik, kerja yang dilakukan *W* adalah sama dengan jumlah haba *Q* iaitu:

$$\mathbf{Q = m\,RT\;Ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}$$

Using assumption of ideal gas for a closed system show that for isothermal process from the first law of thermodynamics one the work W is equal heat Q, namely :

$$\mathbf{Q = m\,RT\;Ln\left(\frac{P_1}{P_2}\right)}$$

(5 markah/*marks*)

(b) Sama seperti soalan di atas, bagi proses setekanan tunjukan bahawa
As above for isobaric process shows that

$$\mathbf{Q = H_2 - H_1}$$

(5 markah/*marks*)

(c) Manakala bagi proses isipadu malar, tunjukan bahawa
While for a constant volume process shows that

$$\mathbf{Q = m\,C_v\left[T_2 - T_1\right]}$$

(5 markah/*marks*)

(d) Bagi satu proses adiabatik yang terjadi, perhubungan diantara suhu dan tekanan adalah sebagai:
For an adiabatic process one will get a temperature – pressure relationship as

$$\mathbf{\frac{T_2}{T1} = \left[\frac{P_2}{P_1}\right]^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$$

(5 markah/*marks*)

dengan
where :

Q	: haba / *heat*
W	: kerja / *work*
P	: tekanan / pressure
T	: suhu / *temperature*
R	: gas semesta malar/ *universal gas constant*
H	: entalpi / *enthalpy*
V	: isipadu / *volume*
m	: jisim / *mass*
C_v	: pekali haba pada isipadu malar / *coefficient heat at constant volume*
γ	: nisbah / *ratio* $\frac{C_p}{C_v}$

3. (a) Terangkan apakah sifat kitar Carnot
Explain what the feature of Carnot Cycle

(4 markah/*marks*)

(b) Dalam kitar Otto pada udara piawai, keadaan permulaan bagi kebolehmampatan lejang adalah dengan tekanan 100 Kpa dan suhu 15^0 C. Tekanan di akhir kebolehmampatan lejang adalah 800 Kpa dan suhu puncak kitar itu ialah 1400^0 C.

In an air standard Otto cycle, the conditions at the beginning for the compression stroke are with pressure and temperature respectively : 100 kPa and 15 ℃. The pressure at the end of the compression stroke is 800 kPa. The peak temperature in the cycle is 1400 ℃.

(i) Lakar dan labelkan gambarajah P-V dan T-S kitar ini;

Sketch and label the ideal P-V and T-S diagrams.

(4 markah/*marks*)

(ii) Tentukan suhu dan tekanan di akhir setiap proses.

Determine the temperature and pressure at the end of each process.

(2 markah/*marks*)

(iii) Tentukan kecekapan haba.

Determine the thermal efficiency.

(2 markah/*marks*)

(iv) Tentukan nisbah kebolehmampatan

Determine the compression ratio.

(2 markah/*marks*)

(v) Berapakah jumlah haba yang ditambahkan per kg?.

What is the heat added per kg?

(2 markah/*marks*)

(vi) Berapakah jumlah haba yang di buang per kg?.

What is the heat rejected per kg?

(2 markah/*marks*)

(vii) Berapakah jumlah kerja bersih yang dihasilkan per kg?.

What is the net work output per kg?

(2 markah/*marks*)

4 (a) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kitar Rankine

Describes what it is means by Rankine Cycle

(5 markah/*marks*)

(b) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kitar Otto

Describe what it is means by Otto cycles

(5 markah/*marks*)

(c) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kitar Diesel

Describe what it is means by Diesel Cycles

(5 markah/*marks*)

(d) Terangkan mekanisma kerja yang berlaku pada peti sejuk

Describe the mechanism work of refrigerator

(5 markah/*marks*)

5. (a) Terangkan apakah yang di maksudkan dengan kitar *Power Gas*

Describe what is means by Gas Power Cycles

(4 markah/*marks*)

(b) Terangkan apakah yang dimaksudkan dengan kitar Bryton

Describe what is means by Brayton Cycles

(4 markah/*marks*)

(c) Suatu mesin haba yang mengunakan kitar udara Bryton piawai ke pemampat dengan tekanan 100Kpa dan suhu 35 °C. Nisbah pemampat adalah 6.5 dan suhu udara keluar adalah 1000^0 C.

In an air standard Brayton cycle, air enters the compressor at 100 kPa and 35 °C. The pressure ratio is 6.5. The temperature into the turbine is 1000 °C.

(i) Lakar dan labelkan gambarajah P-V dan T-S, kitar ini .

Sketch and label the ideal P-V and T-S diagrams.

(3 markah/*marks*)

(ii) Kiralah kerja yang dihasilkan oleh turbin per kg.

Calculate the work output of the turbine per kg.

(3 markah/marks)

(iii) Berapakah banyaknya pertambahan haba Q_{in}?.

How much heat addition Q_{in}?

(3 markah/*marks*)

(iv) Apakah kecekapan haba?.

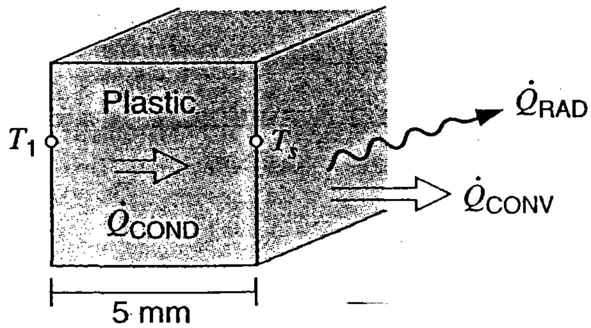
What is the thermal efficiency?.

(3 markah/*marks*)

6. (a) Pemindahan haba mantap yang terjadi pada tuangan plastik yang tebalnya 5mm , pemalar kuasa transistor , $k = 0.35 \dfrac{\mathbf{W}}{\mathbf{m\,K}}$, dengan suhu T_l di bahagian sebelah kiri dan luasnya ialah 4 cm^2 seperti yang ditunjukkan dalam rajah 6.1. dibawah. Suhu disebelah kanan ialah $T_s = 85^0$ C, pendehan suhu cecair 25^0 C dengan pekali pemindahan haba berolak,

$h = 25 \dfrac{\mathbf{W}}{\mathbf{m^2\,K}}$ dan permukaannya mempunyai keberpancaran 0.9.

Steady heat transfer take places through a 5 mm thick plastic casting , k $= 0.35 \dfrac{\mathbf{W}}{\mathbf{m\,K}}$ *of a power transistor with surface temperature* T_l *on the left side and an area of 4* cm^2 *as shown in Fig. 6.1 below. The right hand side has temperature* $\mathbf{T_s = 85\ ^0C}$ *exposed to fluid at* 25^0 *C with convective heat transfer coefficient of* $h = 25 \dfrac{\mathbf{W}}{\mathbf{m^2\,K}}$ *and the surface has an emissivity of 0.9.*



Rajah/ *Figure 6.1*

(i) Bagi perubahan suhu secara linear dalam tuangan plastik, dapatkan olakan dan sinaran kadar pemindahan dalam cecair dan suhu T_1.

For a linear temperature variation in the plastics casing find the convection and radiation heat transfer rate in the fluid and the necessary T_1

(6 markah/*marks*)

(ii) Kiralah rintangan haba yang berlaku disebabkan oleh:

(a) keberaliran;
(b) keberolakan; dan
(c) rintangan sinaran..

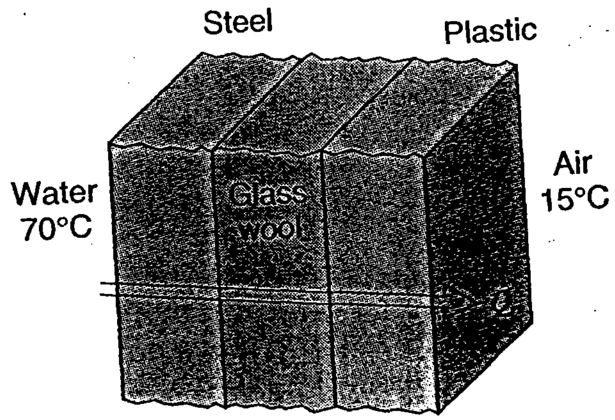
Calculate thermal resistance due to:
(a) conductivity;
(b) convective; and
(c) radiation resistance.

(9 markah/*marks*)

(b) Pertimbangkan dinding dasar tangki air komposit dengan keluasan 2 m^2 dan mempunyai suhu 70^0 C. Dinding tangki ini mempunyai besi setebal 2mm yang disalut dengan benang bulu kaca setebal 8sm dan selonsong plastik setebal 5 mm seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 6.2. Keberaliran haba bagi selonsong plastik adalah $k = 0.2 \frac{\mathbf{W}}{\mathbf{m\,K}}$. Olakan dengan udara luar pada 15^0 C dengan pekali pemindahan haba ialah $h = 10 \frac{\mathbf{W}}{\mathbf{m^2\,K}}$. Tentukan pemindahan haba yang hilang dari air melalui dasar tangki air tersebut.

Consider 2 m^2 of plane composite walls forming the bottom in a 70^0 C hot water tank. The walls have 2 mm of steel insulated with 8 cm of glass wool covered by plastics casing 5 mm thick as shown in Fig. below 6.2. The thermal conductivity of the plastics is $k = 0.2 \frac{\mathbf{W}}{\mathbf{m\,K}}$. *Convection to the outside ambient air at 15^0 C with a heat transfer coefficient* $h = 10 \frac{\mathbf{W}}{\mathbf{m^2\,K}}$. *Find the heat transfer loss from the water through the bottom of the tank.*

(5 markah/*marks*)



Rajah/ *Figure 6.2*

Lampiran/Appendix

Data sea level

$P_0 = 1.013\,10^5 \ \frac{N}{m^2}$; $T_0 = 288.3\ ^0K$.; $\rho_0 = 1.225 \frac{kg}{m^3}$; $\mu = 1.789\,10^{-5} \ \frac{kg}{m\,sec}$

$\gamma = 1.4$ $R = 287 \frac{J}{kg\ ^0K}$; $c_p = 1004 \frac{J}{kg\ ^0K}$; $c_v = 778 \ \frac{J}{kg\ ^0K}$

Work done :

isobaric process (constant pressure) $W = P(V_2 - V_1)$

isothermal process $W = RT \ Ln \left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

adiabatic process $W = K\left\{\frac{V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right\}$; $K = PV^{\gamma} = constant$

isovolume process $W = 0$

efficiency :

carnot efficiency $\eta = 1 - \frac{T_c}{T_H}$

otto efficiency $\eta = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}$; r : compressor ratio

diesel efficency $\eta = 1 - \frac{1}{r^{\gamma-1}}\left(\frac{r_c^{\gamma} - 1}{\gamma(r_c - 1)}\right)$;

r : compressor ratio ; r_c : cut off ratio

Bryton cycle $\eta = 1 - \frac{1}{r^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}}$; r : compressor pressure ratio

Stirling efficiency $\eta = 1 - \frac{T_c}{T_H}$

Flow Properties relation ship in the process

(1) → (2) constant pressure process →

$P_1 = P_2$; $\frac{P}{V} = RT \Longrightarrow T_1 = \frac{P}{RV_1}$; $T_2 = \frac{P}{RV_2} \Longrightarrow Q_{in} = C_p(T_2 - T_1)$

...12/

(1) ➔ (2) constant volume process ➔

$$V_1 = V_2 \;\; ; \; \frac{P}{V} = RT \implies T_1 = \frac{P_1}{RV_1}; \; T_2 = \frac{P_2}{RV_2} \implies Q_{in} = C_v(T_2 - T_1) \; ; W = 0$$

- 12 -

(1) ➔ (2) constant temperature process ➔

$$T_1 = T_2 \;\; ; \; \frac{P}{V} = RT \implies V_1 = \frac{P_1}{RT_1}; \; V_2 = \frac{P_2}{RT_2} \implies Q_{in} = 0 \; ; W = RT \; Ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

(1) ➔ (2) adiabatic/isentropic process ➔

$$\frac{P}{V^{\gamma}} = \text{Constant} \implies V_1 = \frac{P_1}{RT_1}; \; \frac{V_2}{V_1} = \left(\frac{P_2}{P_2}\right)^{\frac{1}{\gamma}} \; ; \; \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_2}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \implies ;$$

$$W = K\left\{\frac{V_2^{1-\gamma} - V_1^{1-\gamma}}{1-\gamma}\right\}; \quad K = PV^{\gamma} = \text{constant}$$

ooo000ooo