

INSTRUCTION:

This paper consists of **FOUR (4)** structured questions. Answer **ALL** questions.

ARAHAN:

Kertas ini mengandungi **EMPAT (4)** soalan berstruktur. Jawab **SEMUA** soalan.

QUESTION 1**SOALAN 1**

- (a) Thermodynamics and heat transfer are related fields within the broader subject of thermal science, but they focus on different aspects of energy and heat interactions. *Termodinamik dan pemindahan haba ialah bidang yang berkaitan dalam subjek sains haba yang luas, tetapi fokus kepada perbezaan aspek tenaga dan interaksi haba.*

CLO 1

- i. List **TWO (2)** mechanisms of heat transfer.
Senaraikan DUA (2) mekanisme pemindahan haba.

[2 marks]

[2 markah]

CLO 1

- ii. State the definition of blackbody and real body.
Nyatakan definisi jasad hitam dan jasad sebenar.

[4 marks]

[4 markah]

CLO 1

- (b) Explain the mechanism of heat transfer by convection with the aid of **Diagram B1** below.
Terangkan mekanisme pemindahan haba dengan konduksi dengan bantuan Rajah B1 dibawah.

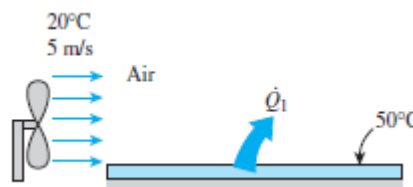


Diagram B1/Rajah B1

[4 marks]

[4 markah]

- (c) A flat plate with a thermal conductivity of $100 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ has a 2 cm thickness. Heat is being applied at point T_1 at a surface temperature of $50 \text{ }^\circ\text{C}$ and surface area of 8 m^2 as shown in Diagram C1.

Satu plat rata dengan kekonduksian haba $100 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ mempunyai ketebalan 2 cm . Haba dikenakan pada titik T_1 pada suhu permukaan $50 \text{ }^\circ\text{C}$ dan luas permukaan 8 m^2 seperti yang ditunjuk dalam Rajah C1.

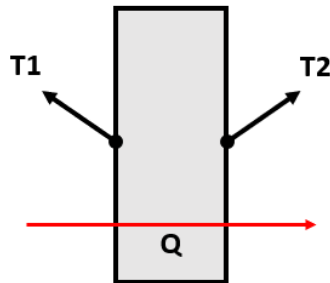


Diagram C1/ Rajah C1

- CLO 2 i. Calculate the temperature, T_2 if the heat transfer is 800 kW .
Kirakan suhu, T_2 sekiranya pemindahan haba sebanyak 800 kW .
[7 marks]
[7 markah]
- CLO 2 ii. The manufacturing material of the plate is changed to aluminium which has a thermal conductivity of $273 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$. The temperatures T_1 and T_2 are measured to be $50 \text{ }^\circ\text{C}$ and $20 \text{ }^\circ\text{C}$. If the plate dimension remains the same, calculate the amount that needs to be paid by a person if the energy rate is $\text{RM } 0.05 / \text{KW}$. Assume radiation and convective heat transfer are neglected.
Bahan buatan plat tersebut ditukar kepada aluminium yang mempunyai kekonduksian haba sebanyak $273 \text{ W/m.}^\circ\text{C}$. Suhu T_1 dan T_2 disukat menjadi $50 \text{ }^\circ\text{C}$ dan $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Jika dimensi plat kekal sama, kirakan jumlah yang perlu dibayar oleh seseorang sekiranya kadar tenaga ialah $\text{RM } 0.05 / \text{KW}$. Anggap radiasi dan pemindahan haba perolakan diabaikan.
[8 marks]
[8 markah]

QUESTION 2

SOALAN 2

- CLO 1 (a) Define natural convection and force convection.
Takrifkan perolakan semula jadi dan perolakan paksa.
- [4 marks]
[4 markah]
- (b) A 25 cm diameter stainless steel ball is removed from the oven at a uniform temperature. The ball is then subjected to the flow of air at 1 atm pressure and 25 °C with a velocity of 3 m/s. The surface temperature of the ball eventually drops to 250 °C.
25 cm diameter bola besi tahan karat dikeluarkan dari ketuhar pada suhu yang sekata. Bola tersebut kemudiannya dikenakan udara yang mengalir pada tekanan 1 atm dan 25 °C dengan had laju 3 m/s. Suhu permukaan bola tersebut kemudiannya menurun kepada 250 °C.
- CLO 1 i. Report the value of density, thermal conductivity, dynamic viscosity, and Prandtl Number by referring to the surrounding temperature.
Laporkan nilai ketumpatan, kekonduksian haba, kelikatan dinamik dan nombor Prandtl dengan merujuk kepada suhu sekeliling.
- [4 marks]
[4 markah]
- CLO 1 ii. Determine the Reynold Number.
Tentukan Nombor Reynold.
- [3 marks]
[3 markah]

- (c) During the winter season, a 0.1 m diameter of a process line pipe with an external surface temperature is 120 °C passes through one open area that is not protected against the surrounding cold temperature. The wind is blowing across the cylindrical pipe at a velocity of 10 m/s and a temperature of -20 °C (1 atm pressure).
Pada musim sejuk, satu paip laluan proses berdiameter 0.1 m dengan suhu permukaan luar 120 °C melalui satu kawasan terbuka yang tidak dilindungi daripada suhu luar yang sejuk. Angin tersebut bertiup menyeberangi paip silinder itu pada had laju 10 m/s dan suhu -20 °C (1atm tekanan).

CLO 2

- i. Calculate the Nusselt Number, N_{Nu} for this case.

Kira Nombor Nusselt, N_{Nu} untuk kes ini.

[7 marks]

[7 markah]

CLO 2

- ii. Calculate the convective heat transfer rate across that cylinder pipe if the length of the pipe is 20 m.

Kira kadar pemindahan haba secara perolakan menyeberangi paip silinder tersebut sekiranya panjang paip ialah 20m.

[7 marks]

[7 markah]

QUESTION 3**SOALAN 3**

- (a) Radiation properties refer to the characteristics and behaviors of radiation, which is the emission or transmission of energy in the form of waves or particles.

Sifat-sifat radiasi merujuk kepada ciri-ciri dan perilaku radiasi, iaitu pelepasan dan penghantaran tenaga dalam bentuk gelombang atau zarah.

CLO 1

- i. Explain the definition of radiation.

Jelaskan definisi radiasi.

[3 marks]

[3 markah]

CLO 1

- ii. Explain reflectivity in radiation emission characteristics.

Jelaskan kebolehpantulan dalam ciri-ciri pelepasan radiasi.

[3 marks]

[3 markah]

- (b) A cubical object at a surface temperature of 800 K is suspended in the air. Assume the cube closely approximates a blackbody. Each side of the cube has a length of 75 cm.

Objek kiub pada suhu permukaan 800 K terapung di udara. Andaikan kiub tersebut mendekati sebuah badan hitam. Setiap sisi kiub itu mempunyai panjang 75 cm.

CLO 2

- i. Calculate the blackbody maximum rate of radiation emitted by the 6 cube surfaces.

Kira kadar maksimum radiasi jasad hitam yang dipancarkan oleh 6 permukaan kiub.

[4 marks]

[4 markah]

CLO 2

- ii. At one time, there were 2 types of real bodies with the same dimension as the cubical body. The emissivity value of the bodies is ϵ_1 : 0.50 and ϵ_2 : 0.8. Calculate the total radiation emitted by the bodies at a surrounding temperature of 350 K.

Pada satu masa, terdapat 2 jenis jasad sebenar dengan dimensi yang sama dengan kiub. Nilai keberpancaran jasad tersebut ialah ϵ_1 : 0.50 dan ϵ_2 : 0.8. Kirakan jumlah radiasi yang dikeluarkan oleh jasad tersebut pada suhu sekitar 350 K.

[7 marks]

[7 markah]

CLO 2

- (c) The temperature of an object that approximates a blackbody is 8000 K. Calculate the fraction of radiation emitted by the object in the wavelength of $\lambda_1 = 0.4 \mu\text{m}$ to $\lambda_2 = 0.8 \mu\text{m}$.

Suhu sebuah objek yang menghampiri jasad hitam ialah 8000 K. Kira pecahan radiasi yang dikeluarkan objek pada Panjang gelombang $\lambda_1 = 0.4 \mu\text{m}$ hingga $\lambda_2 = 0.8 \mu\text{m}$.

[8 marks]

[8 markah]

QUESTION 4**SOALAN 4**

- CLO 1 (a) Heat exchangers are extensively used in the chemical manufacturing industry for processes like heating, cooling, condensing, and evaporating various chemicals. It helps regulate temperatures, control reactions, and recover waste heat. List **FOUR (4)** types of heat exchangers.
- Penukar haba digunakan secara meluas dalam industri pembuatan kimia untuk proses seperti pemanasan, pendinginan, kondensasi, dan penguapan pelbagai bahan kimia. Ia membantu mengawal suhu, mengawal tindak balas, dan mengembalikan haba sisa. Senaraikan **EMPAT (4)** jenis penukar haba.*
- [4 marks]
[4 markah]
- (b) A shell and tube heat exchanger is a type of heat exchanger that consists of a shell (outer vessel) and a set of tubes (inner tubes) arranged within the shell.
- Penukar haba kelompok dan tiub ialah penukar haba yang mempunyai cengkerang (vessel luar) dan set tiub (tiub dalam) disusun dalam cengkerang.*
- CLO 1 i. Explain **TWO (2)** properties of shell and tube heat exchangers.
- Jelaskan **DUA (2)** ciri-ciri penukar haba kelompok dan tiub.*
- [5 marks]
[5 markah]
- CLO 1 ii. Explain the fouling phenomenon in heat exchangers.
- Terangkan fenomena kekotoran dalam penukar haba.*
- [5 marks]
[5 markah]

- (c) A double-pipe counter-flow heat exchanger aims to cool down process flow using cooling water.

Penukar haba paip berganda yang beraliran balas bertujuan untuk menyejukkan aliran proses dengan menggunakan air sejuk.

CLO 2

- i. Draw a complete label of the temperature profile diagram for the process.
Lukis dengan label yang lengkap gambarajah profil suhu bagi proses tersebut.

[5 marks]

[5 markah]

CLO 2

- ii. The internal tube, A_i and h_i are measured to be 10 m^2 and $80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ and the outer tube, A_o and h_o are measured to be 12 m^2 and $60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Other than that, the wall resistance, R_{wall} is measured to be 0.05 K/W . Calculate the total resistances for the heat exchanger if the fouling is neglected.
Tiub dalam, A_i and h_i disukat pada 10 m^2 dan $80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ dan tiub luar, A_o dan h_o disukat pada 12 m^2 dan $60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Selain itu, rintangan dinding, R_{wall} disukat pada 0.05 K/W . Kirakan jumlah rintangan keseluruhan bagi penukar haba tersebut sekiranya 'fouling' diabaikan.

[6 marks]

[6 markah]

SOALAN TAMAT