

SULIT



Second Semester Examination
2020/2021 Academic Session

July/August 2021

EBP 207/2 – Transport Phenomena in Polymers
[Fenomena Pengangkutan Dalam Polimer]

Duration : 2 hours
[Masa : 2 jam]

Please ensure that this examination paper contains TWELVE printed pages before you begin the examination.

[Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi DUA BELAS muka surat yang bercetak sebelum anda memulakan peperiksaan ini.]

This paper consists of SIX questions.

[Kertas soalan ini mengandungi ENAM soalan.]

Instruction: Answer **FOUR** questions. Answer **ALL** questions from PART A, **ONE** questions from PART B and **ONE** questions from PART C. If a candidate answers more than four questions only the first four questions answered in the answer script would be examined.

[Arahan: Jawab **EMPAT** soalan. Jawab **SEMUA** soalan dari BAHAGIAN A, **SATU** soalan dari BAHAGIAN B dan **SATU** soalan dari BAHAGIAN C. Jika calon menjawab lebih daripada empat soalan hanya empat soalan pertama mengikut susunan dalam skrip jawapan akan diberi markah.]

The answers to all questions must start on a new page.

[Mulakan jawapan anda untuk semua soalan pada muka surat yang baru.]

You may answer a question either in Bahasa Malaysia or in English.

[Anda dibenarkan menjawab soalan sama ada dalam Bahasa Malaysia atau Bahasa Inggeris.]

In the event of any discrepancies in the examination questions, the English version shall be used.

[Sekiranya terdapat sebarang percanggahan pada soalan peperiksaan, versi Bahasa Inggeris hendaklah digunakan.]

...2/-

SULIT

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). How does the science of heat transfer differ from the science of thermodynamics? Give one example to describe the difference.

Bagaimanakah sains pemindahan haba berbeza dengan sains termodinamik? Berikan satu contoh untuk menggambarkan perbezaan tersebut.

(5 marks/markah)

- (b). Explain the importance of heat transfer in polymer processing operation with the assistance of a suitable diagram.

Jelaskan kepentingan pemindahan haba dalam operasi pemprosesan polimer dengan berbantuan suatu rajah yang sesuai.

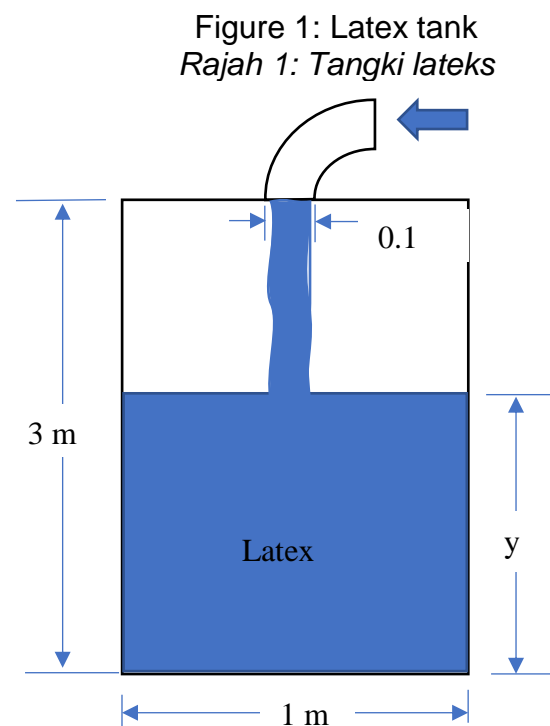
(10 marks/markah)

...3/-

SULIT

- (c). The 1-m diameter tank in Figure 1 is being filled with latex using a 0.1m diameter pipe, which has discharge of $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Determine the rate at which the level of latex is rising in the tank.

Tangki berdiameter 1 m pada Gambar 1 diisi dengan lateks menggunakan paip berdiameter 0.1 m, mempunyai kadar alir $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$. Tentukan kadar kenaikan lateks $\left(\frac{dy}{dt}\right)$ di dalam tangka tersebut.



(10 marks/markah)

- (2). (a). Describe the differences between osmosis and diffusion.
Jelaskan perbezaan di antara osmosis dan resapan
(4 marks/markah)
- (b). Several factors that affect the rate of diffusion include temperature, density of the diffusing substance, and surface area. Discuss these factors.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar resapan termasuk suhu, ketumpatan bahan resapan dan luas permukaan. Bincangkan faktor-faktor ini.

(6 marks/markah)

- (c). Explain the mechanism of diffusion in gas, fluid and rubbery polymers.

Terangkan mekanisme resapan di dalam udara, cecair dan polimer bergetah

(6 marks/markah)

- (d). Polymers with low permeability, are required for food packaging applications to prevent loss of flavour, colour and quality and to retard spoilage. Compare which one is more suitable to use as packaging film between low density polyethylene (LDPE) and high-density polyethylene (HDPE)? Explain your reason.

Polimer yang mempunyai penyerapan rendah diperlukan bagi aplikasi dalam pembungkusan makanan untuk mengelakkan kehilangan rasa, warna dan membantutkan kerosakan. Bandingkan yang mana satu yang lebih sesuai untuk digunakan sebagai filem pembungkusan di antara polietilena berketumpatan rendah (LDPE) dan polietilena berketumpatan tinggi (HDPE). Jelaskan sebab anda.

(9 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (3). (a). Define Reynolds number and briefly explain on how it can be applied to determine the flow regime for internal flow.

Beri definisi nombor Reynolds dan terangkan secara ringkas bagaimana ia boleh digunakan untuk menentukan rejim aliran untuk aliran dalaman.

(8 marks/markah)

- (b). Bring one example in any polymer processing and how does the flow regime can assist the cooling mechanism in that processing toward polymer product 5ea rah5n?

Berikan satu contoh mana-mana pemprosesan polimer dan bagaimana rejim aliran boleh membantu mekanisme penyejukan dalam pemprosesan tersebut 5ea rah pembentukan produk polimer?

(8 marks/markah)

- ©. Two polypropylene (PP) moldings, each weighing 10 g, are to be moulded using the runner layout shown in Figure 2. Calculate the total volume flow rate and melt velocity for each runner. Given the density of the polypropylene is 909 kg/m^3 and the volume of the sprue is 5000 mm^3 .

Dua acuan polipropilena (PP), masing-masing mempunyai berat 10 g, akan dibentuk dengan menggunakan susun atur peparit yang ditunjukkan dalam Rajah 2. Hitungkan jumlah aliran isipadu dan halaju leburan bagi setiap peparit. Diberi ketumpatan polipropilena adalah 909 kg/m^3 dan isipadu spru adalah 5000 mm^3 .

...6/-

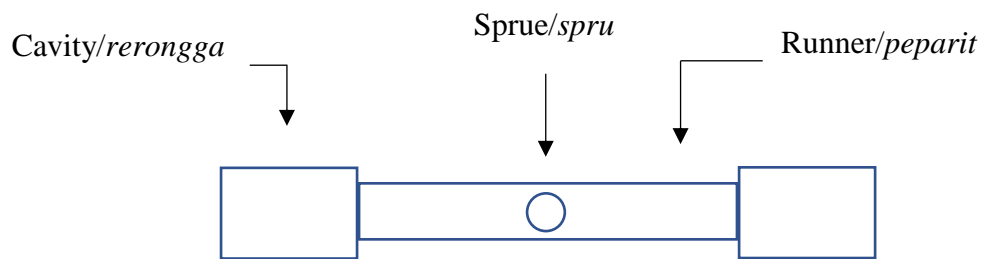


Figure 2 Mould layout

Rajah 2 Susun atur acuan

(9 marks/markah)

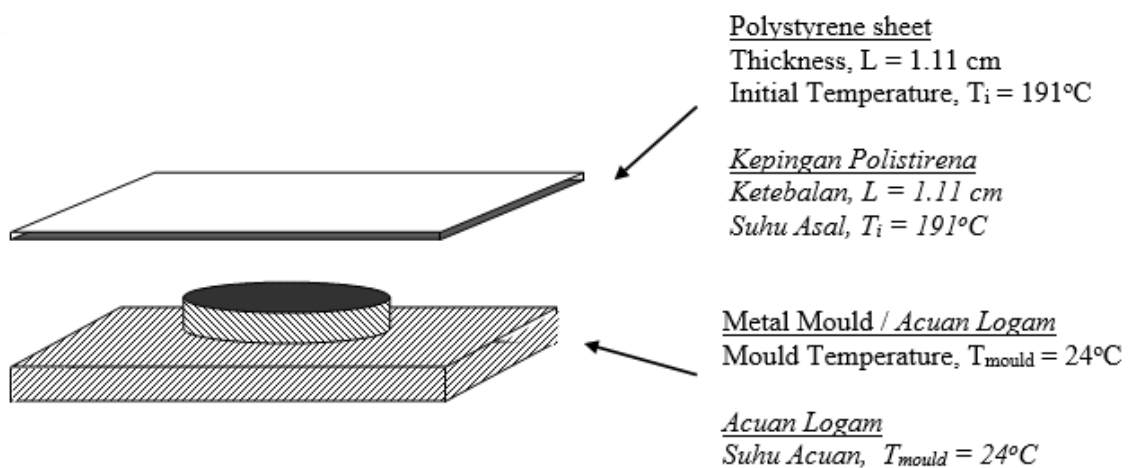
- (4). (a) Define Biot number (Bi) and how it is used to explain convection heat transfer process in polymer processing.

Definisikan nombor Biot (Bi) dan bagaimanakah ia digunakan untuk menerangkan proses pemindahan haba perolakan dalam pemprosesan polimer?

(10 marks/markah)

- (b). Consider the following moulding scenario.

Pertimbangkan senario pengacuanan berikut:



The polystyrene (PS) sheet is cooled by pressing against the metal mould. Given that the PS sheet has the following thermal and physical properties;

Thermal conductivity, k = 0.12 W/m.K

Specific heat, C_p = 1.20 kJ/kg.K

Density, ρ = 1.05 g/cm³

and assume that the free surface exposed the ambient air is an insulated surface where heat transfer due to convection is negligible or the convection heat transfer coefficient, h , is equal to zero. By considering the above information and with the aid of the following graph, determine the time required to cool the sheet to an average temperature of 79°C.

Kepingan polistirena (PS) tersebut disejukkan secara menekannya ke atas acuan logam. Diberikan bahawa kepingan PS itu mempunyai sifat terma dan fizikal berikut;

Pemalar kekonduksian terma, k = 0.12 W/m.K

Haba tentu, C_p = 1.20 kJ/kg.K

Ketumpatan, ρ = 1.05 g/cm³

dan anggapkan bahawa permukaan bebas yang terdedah kepada udara persekitaran sebagai suatu permukaan tertebat dengan pemindahan haba secara perolakan boleh diabaikan atau pekali pemindahan haba perolakan adalah bersamaan dengan sifar. Dengan mempertimbangkan maklumat di atas dan dengan bantuan graf yang berikut, tentukan masa yang diperlukan untuk menyejukkan kepingan tersebut ke suhu purata 79°C.

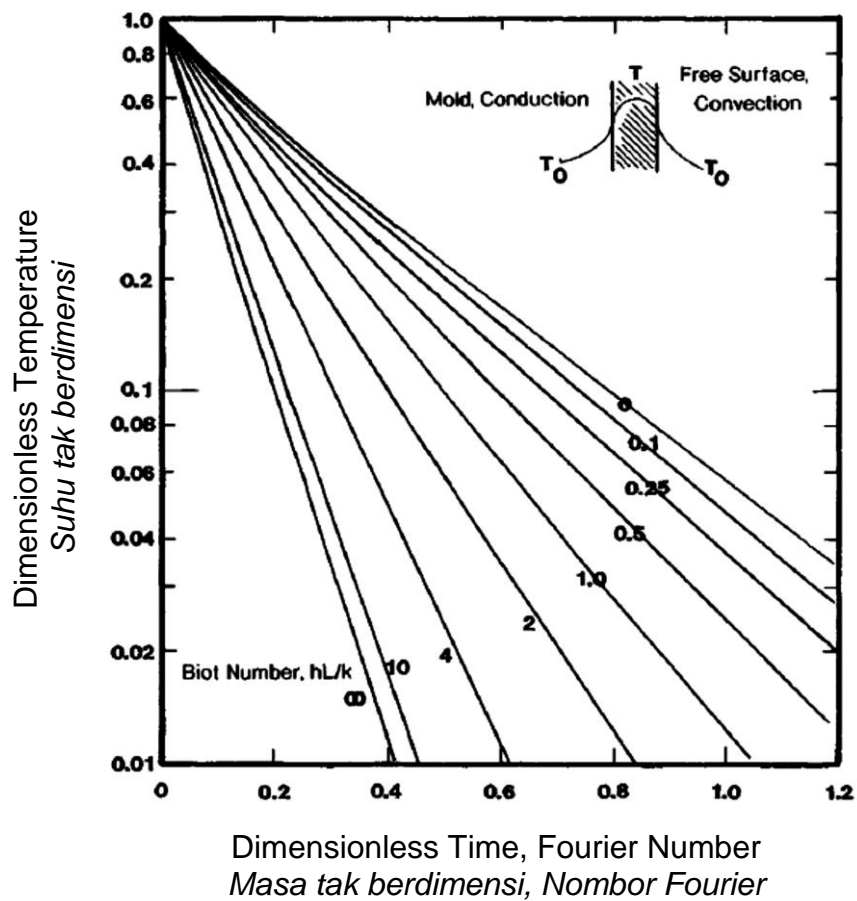


Fig. 3 Time-dependent average sheet temperature as a function of the rate of heat loss from the free surface

Rajah 3 Suhu purata kepingan dengan kebergantungan masa sebagai fungsi kadar kehilangan haba dari permukaan bebas

(15 marks/markah)

PART C/ BAHAGIAN C

- (5). (a). Describe permeability and give one example to describe the process.

Jelaskan kebolehtelapan dan berikan satu contoh untuk menjelaskan proses tersebut.

(4 marks/markah)

- (b). Describe the fundamental concept of Fick's Law of diffusion. Support your explanation with suitable diagram.

Jelaskan konsep asas hukum resapan Fick's. Sokong penjelasan anda dengan gambarajah yang sesuai.

(6 marks/markah)

- (c). Methylene chloride is a common ingredient of paint removers. Besides being irritant, it also may be diffused through skin. Therefore, protective gloves should be worn at all time. If butyl rubber gloves (0.04 cm thick) are used, what is the diffusive flux of methylene chloride through the glove? Given $D_{\text{butyl rubber}} = 1.10 \times 10^{-8} \text{ cm}^2.\text{s}$ Surface concentration of C_2 is half of C_1 where $C_1 = 0.44 \text{ g/cm}^3$.

Metilena klorida ialah bahan biasa untuk menghilangkan cat. Selain daripada merengsa, ia juga dapat meresap melalui kulit. Maka, sarung tangan perlindungan haruslah dipakai setiap masa. Jika sarung tangan getah butil (0.04cm ketebalan) digunakan, apakah fluks resapan metilena klorida melalui sarung tangan tersebut? Diberi $D_{\text{butyl rubber}} = 1.10 \times 10^{-8} \text{ cm}^2.\text{s}$ Kepekatan di permukaan bagi C_2 ialah separuh daripada C_1 di mana $C_1 = 0.44 \text{ g/cm}^3$.

(7 marks/markah)

...10/-

SULIT

- (d). Table 2 shows the density of different material. Which material has a higher rate of diffusion? Explain your answer.

Jadual 2 menunjukkan ketumpatan bahan yang berlainan. bahan yang manakah yang mempunyai kadar resapan yang tinggi? Jelaskan jawapan anda.

Table 2: Density of different materials

Jadual 2: Ketumpatan bahan yang berlainan

Types of Material/ <i>Jenis Bahan</i>	Density/ <i>Ketumpatan</i> (kg/m ³)
A	0.87
B	0.26

(8 marks/*markah*)

- (6). (a). Temperature plays an important role in rate of diffusion. Discuss this factor.

Suhu memainkan peranan penting dalam kadar resapan. Bincangkan faktor ini.

(4 marks/*markah*)

- (b). Give and describe one example of diffusion in packaging application.

Beri dan jelaskan satu contoh resapan dalam aplikasi pembungkusan.

(4 marks/*markah*)

(c). In atomic point of view, diffusion is stepwise migration of atoms from lattice site to lattice site. There are two types of diffusion mechanisms:

- Vacancy diffusion
- Interstitial diffusion

Describe these mechanisms. Support your answer with schematic figure.

Pada sudut pandangan atom, resapan adalah penghijrahan langkah demi langkah atom daripada tapak kekisi ke tapak kekisi. Terdapat dua jenis mekanisme resapan:

- *Resapan kelompokan*
- *resapan celahan*

Jelaskan mekanisme ini. Sokong jawapan anda dengan rajah skematik.

(7 marks/markah)

- (d). Polyethylene film with 0.15 mm thick is being considered for use in packaging a pharmaceutical product at 30°C. If the partial pressure of O₂ outside the package is 0.21 atm and inside is 0.01 atm, calculate the diffusion flux of O₂ at steady state. Assume that the resistance to diffusion outside and inside the film are negligible compared to the resistance of the film. Permeability of O₂ in polyethylene at 303K is $4.17 \times 10^{-12} \text{ m}^3 \text{ solute (STP)/(s.m}^2\text{.atm.m)}$. Given $P_M = 4.17 \times 10^{-12}$.

Selaput polietilena dengan ketebalan 0.15 mm sedang dipertimbangkan untuk kegunaan dalam pembungkusan produk farmaseutikal pada suhu 30°C. Jika tekanan separa O₂ di luar bungkusan tersebut ialah 0.21 atm dan di sebelah dalam ialah 0.01 atm, kira fluks resapan O₂ pada keadaan mantap. Anggap rintangan resapan di luar dan dalam filem tersebut adalah diabaikan dibandingkan dengan rintangan filem tersebut. Kebolehtelapan O₂ dalam polietilena pada suhu 303K ialah $4.17 \times 10^{-12} \text{ m}^3 \text{ bahan terlarut (STP) / (s.m}^2\text{.atm.m)}$. Diberi $P_M = 4.17 \times 10^{-12}$.

(9 marks/markah)