

PART A / BAHAGIAN A

- (1). (a). A droplet of unknown polymer liquid may exhibit hydrophobic or hydrophilic effect on the smooth surface. Using suitable diagram of droplet formation, explain those effects in term of contact angles.

Titisan cecair polimer yang tidak diketahui boleh menunjukkan kesan hidrofobik atau hidrofilik pada permukaan licin. Dengan menggunakan gambarajah pembentukan titisan yang sesuai, terangkan kesan tersebut dari segi sudut sentuhan.

(4 marks/markah)

- (b). What is a "capillary effect"? Give two applications on the "capillary effect" in polymer industry.

Apakah "kesan kapilari"? Berikan dua aplikasi "kesan kapilari" dalam industri berasaskan polimer.

(4 marks/markah)

- (c). Explain the importance of transport phenomena during pre-shaping steps in polymer processing with the assistance of a suitable diagram.

Jelaskan kepentingan fenomena pengangkutan semasa langkah pra-pembentukan dalam pemprosesan polimer dengan bentahan suatu gambarajah yang sesuai.

(5 marks/markah)

- (d). Figure 1 shows the overview of a mould in injection moulding. As can be seen around the top and bottom of parts A and B, it has cooling channels where circulation flows are required.

...3/-

Rajah 1 menunjukkan gambaran keseluruhan acuan dalam pengacuan suntikan. Seperti yang dapat dilihat di sekitar bahagian atas dan bawah bahagian A dan B, ia mempunyai saluran penyejukan di mana aliran peredaran diperlukan.

- (i) Explain why the circulation flow is so important in the mould?
Terangkan mengapa aliran peredaran sangat penting dalam acuan?
- (ii) What is the best flow regime? Briefly explain.
Apakah rejim aliran terbaik? Terangkan secara ringkas.
- (iii) How to determine flow regime?
Bagaimana untuk menentukan rejim aliran?

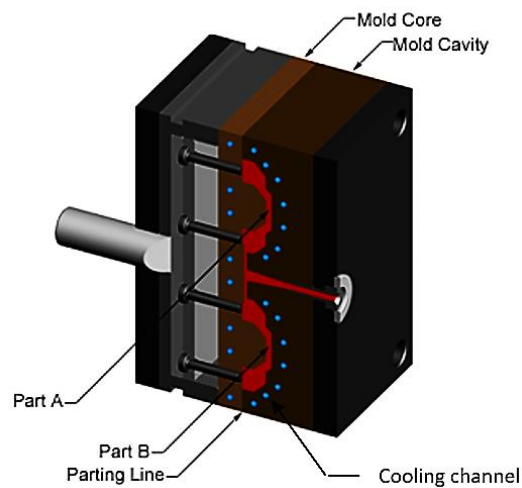


Figure 1: Mold overview

Rajah 1: Gambaran keseluruhan acuan

(12 marks/markah)

...4/-

- (2). Sodium polyacrylate is used as super absorbent polymer due to its excellent absorption properties that can absorb up to 300 times their weight in aqueous fluid. An experiment was done by adding sodium polyacrylate film in water and the changes in mass was recorded. Then, the hydrated polymer was added into NaCl solution and the weight changes versus time were measured. Figure 2 shows the mass changes of sodium polyacrylate film when put in water and different concentration of salt solution.

Sodium poliakrilat digunakan sebagai polimer super penyerapan kerana sifat penyerapannya yang sangat baik yang boleh menyerap sehingga 300 kali berat asalnya di dalam cecair akueus. Eksperimen telah dijalankan dengan menambah filem natrium poliakrilat ke dalam air dan perubahan berat dicatatkan. Kemudian, polimer terhidrat tersebut dimasukkan ke dalam cecair NaCl dan perubahan berat dikira. Rajah 2 menunjukkan perubahan berat filem natrium poliakrilat apabila diletakkan di dalam air dan kepekatan larutan garam berbeza.

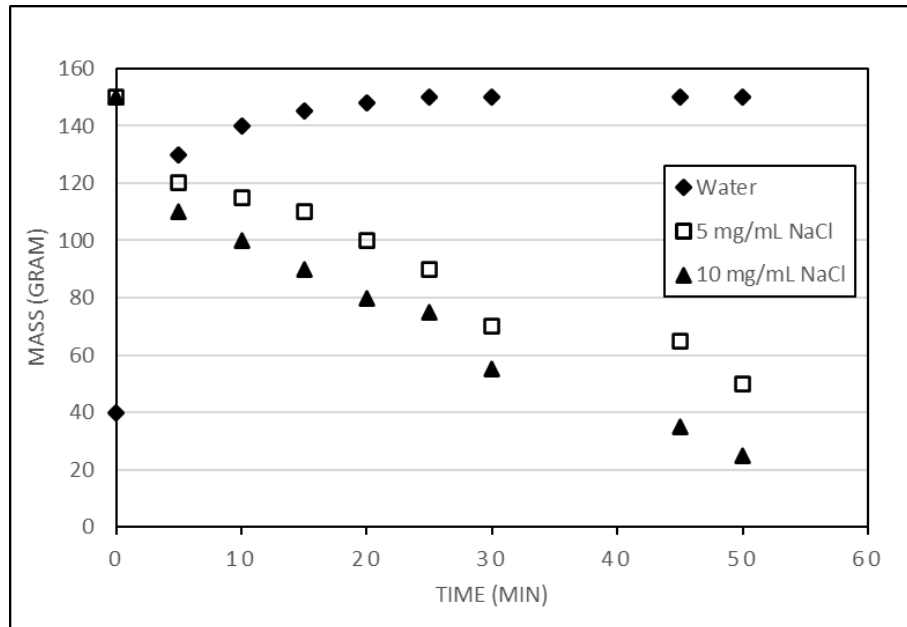


Figure 2: Mass changes of sodium polyacrylate as a function of time in water and different concentrations of salt solution. Values represent the average of three samples for each medium and salt concentration.

Rajah 2: Perubahan berat sodium poliakrilat sebagai fungsi masa di dalam air dan kepekatan larutan garam berbeza. Nilai mewakili purata tiga sampel bagi medium dan kepekatan berbeza.

- (a). It was observed that when sodium polyacrylate is added in water, the mass of the polymer film increases. Explain the mechanism involve by relating your answer to Fick's Law.

Pemerhatian menunjukkan apabila sodium poliakrilat dimasukkan ke dalam air, berat filem polimer meningkat. Jelaskan mekanisme terlibat dengan mengkaitkan jawapan anda dengan Hukum Fick.

(5 marks/markah)

...6/-

- (b). When the hydrated film is added into NaCl solution, the mass of the film reduced dramatically from its original weight. Explain the mechanism occurred during this process.

Apabila selaput terhidrasi dimasukkan ke dalam larutan NaCl, berat filem berkurang dengan banyaknya daripada berat yang asal. Jelaskan mekanisme yang berlaku semasa proses ini.

(10 marks/markah)

- (c). Explain why at higher concentration of NaCl, the mass of the film decreased significantly.

Jelaskan mengapa pada kepekatan NaCl yang tinggi, berat filem berkurang dengan banyaknya.

(5 marks/markah)

- (d). If a larger surface area of the film is used, predict what will happen to the mass of the film?

Jika luas permukaan filem yang lebih besar digunakan, ramalkan apa yang akan terjadi terhadap berat filem tersebut.

(5 marks/markah)

PART B / BAHAGIAN B

- (3). (a). What is viscosity? As we noticed that that viscosity can be classified into two types; Newtonian and non-Newtonian, explain their distinction with supportive graph and example of each fluid.

Apakah kelikatan? Seperti mana yang telah kita maklum bahawa kelikatan itu boleh dikelaskan kepada dua; Jenis Bendalir Newtonian dan bukan-Newtonian, terangkan perbezaannya dengan graf sokongan dan contoh bendalir setiap satunya.

(8 marks/markah)

- (b). A common method that used to measure the Newtonian viscosity is rotational viscometer, sometimes called a Brookfield viscometer. If a tiny gap between the two cylinders as shown in Figure 3 becomes larger, what do you expect happen to the velocity profile? Explain whether it is valid for the test or not.

Kaedah biasa yang digunakan untuk mengukur kelikatan Newtonian ialah viskometer putaran, kadangkala ia dipanggil viskometer Brookfield. Jika jurang kecil antara dua silinder seperti yang ditunjukkan Rajah 3 menjadi lebih besar, apakah yang anda jangkakan berlaku pada profil halaju? Terangkan sama ada ia sah atau tidak untuk ujian tersebut.

...8/-

- 8 -

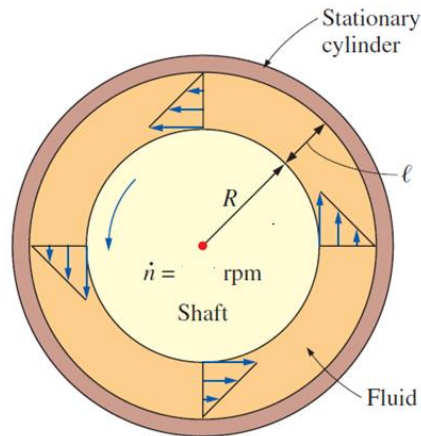


Figure 3 Schematic view of viscometer

Rajah 3 Pandangan skematik viskometer

(5 marks/markah)

- (c). Four polypropylene (PP) products, each weighing 10 g are to be moulded using the runner layout shown in Figure 4. If the injection time is 0.5s, calculate the total volume flow rate and mass flow rate. Given the density of the polypropylene is 0.91 g/cm^3 , diameter for the 1st runner, 2nd runner and gate are 6 mm, 4 mm and 1.5 mm, respectively, and the volume of the sprue is 5000 mm^3 . Give two (2) assumptions on the issue given.

Empat produk polipropilena (PP), setiap satu dengan berat 10 g diacuan menggunakan susun atur pelari yang ditunjukkan dalam Rajah 4. Jika masa suntikan ialah 0.5s, hitung jumlah kadar aliran isipadu dan kadar aliran jisim. Diberi ketumpatan polipropilena ialah 0.91 g/cm^3 , diameter bagi peparit pertama, peparit ke-2 dan pintu ialah 6 mm, 4 mm dan 1.5 mm, masing-masing, dan isipadu spru ialah 5000 mm^3 . Berikan juga dua (2) andaian bagi isu yang diberikan.

...9/-

- 9 -

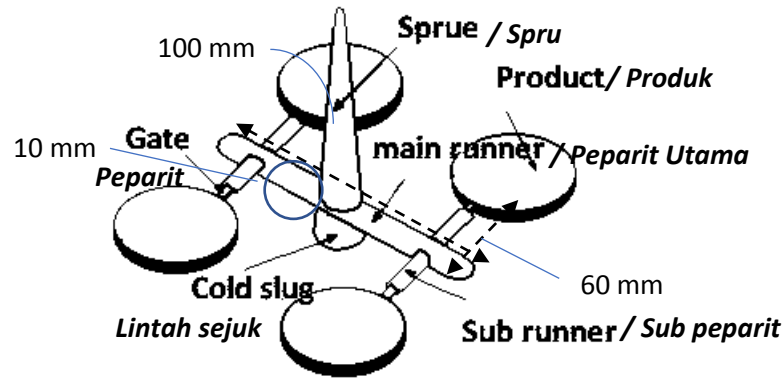


Figure 4 Mould layout

Rajah 4 Susun atur acuan

(12 marks/markah)

- (4). (a). Conduction heat transfer is very dominant in injection molding process. Using the Fourier's law equation for conduction heat transfer, identify factors affecting heat transfer rate which subsequently determine the production rate of an injection molding process.

Pemindahan haba secara konduksi adalah sangat penting dalam proses pengacuan suntikan. Dengan menggunakan persamaan hukum Fourier untuk pemindahan haba secara konduksi, kenal pasti faktor-faktor yang mempengaruhi kadar pemindahan haba yang kemudiannya menentukan kadar pengeluaran daripada proses pengacuan suntikan.

(7 marks/markah)

- (b). What is viscous dissipation? Explain how viscous dissipation occurs during polymer processing and advantages to have it.

Apakah pelepasan likat? Terangkan bagaimana pelepasan likat berlaku semasa pemrosesan polimer.

(4 marks/markah)

...10/-

- (c). Given a molten polymer flow inside a heated barrel with its dimension of length and diameter are 150 mm and 20 mm, respectively. Calculate the Brinkman number for the following cases:

<u>Case 1</u>	<u>Case 2</u>
-Volumetric flow rate, $Q = 1.3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$	-Volumetric flow rate, $Q = 8.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$
-Temperature increase, $\Delta T = 7^\circ\text{C}$	-Temperature increase, $\Delta T = 30^\circ\text{C}$

For every case, thermal conductivity (k), density (ρ) and kinematic viscosity (ν) of the molten polymer are $0.5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, 800 kg/m^3 and $1.625 \text{ m}^2/\text{s}$, respectively.

Give comment on the calculated Brinkman number values with respect to the mode of heat transfer occurring in each case.

Diberi aliran leburan polimer di dalam laras yang dipanaskan dengan berdimensi panjang dan diameternya masing-masing ialah 150 mm dan 20 mm. Kira nombor Brinkman untuk kes-kes berikut:

<u>Kes 1</u>	<u>Kes 2</u>
-Kadar aliran isipadu, $Q = 1.3 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$	- Kadar aliran isipadu, $Q = 8.5 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}^{-1}$
-Peningkatan suhu, $\Delta T = 7^\circ\text{C}$	- Peningkatan suhu, $\Delta T = 30^\circ\text{C}$

Bagi setiap kes, kekonduksian terma (k), ketumpatan (ρ) dan kelikatan kinematik (ν) leburan polimer masing-masing ialah $0.5 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$, 800 kg/m^3 dan $1.625 \text{ m}^2/\text{s}$.

Berikan ulasan tentang nilai nombor Brinkman yang dikira berkenaan dengan mod pemindahan haba yang berlaku dalam setiap kes.

(14 marks/markah)

...12/-

PART C / BAHAGIAN C

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

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

(5 marks/markah)

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

Berikan dan jelaskan satu contoh resapan di dalam aplikasi pembungkusan.

(5 marks/markah)

- (c). Methylene chloride is a common ingredient of paint removers. Besides being irritant, it also may be absorbed through skin. Therefore, protective gloves should be worn at all time. If butyl rubber gloves (0.04 cm thick) are used, calculate 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 (0.04 cm ketebalan) digunakan, apakah

...13/-

pekali resapan metilena klorida melalui sarung tangan tersebut?
 Diberi $D_{\text{butyl rubber}} = 1.10 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}$ Kepekatan di permukaan bagi C_2 ialah separuh daripada C_1 di mana $C_1 = 0.44 \text{ g/cm}^3$.

(7 marks/markah)

- (d). Table 1 shows the density of different materials. Which material has a higher rate of diffusion? Explain your answer.

Jadual 1 menunjukkan ketumpatan bahan yang berlainan. Material yang manakah yang mempunyai kadar resapan yang tinggi? Jelaskan jawapan anda.

Table 1: Density of different materials
 Jadual 1: Ketumpatan bahan yang berlainan

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

(8 marks/markah)

- (6). (a). Illustrate a schematic diagram of pervaporation process and describe the mechanism involve. List at least three factors that affecting the performance of pervaporation.

Gambarkan rajah skematik proses penyejatan wap dan huraikan mekanisme yang terlibat. Senaraikan sekurang-kurangnya tiga faktor yang mempengaruhi prestasi proses pemisahan penyejatan wap

(10 marks/markah)

...14/-

- (b). Helium and nitrogen gases are contained in a Polyvinyl Chloride (PVC) conduit with 5 mm in diameter and 0.1 m long at 298 K and a uniform constant pressure of 1 atm abs. The partial pressure of helium at one end of the PVC tube is 0.006 atm and at the other end is 0.02 atm. The diffusivity coefficient is given as $0.687 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{s}$. Given $R = 82.06 \times 10^{-3} \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Calculate the following for steady state equimolar counter diffusion:

Helium dan nitrogen gas yang terkandung di dalam saluran Polivenil Klorida (PVC) mempunyai 5mm diameter dan 1m panjang pada suhu 298K dan tekanan malar seragam 1 atm abs. Tekanan separa helium pada satu hujung saluran PVC ialah 0.006 atm dan pada hujung yang lain adalah 0.02 atm. Pekali pemeresapan diberi adalah $0.687 \times 10^4 \text{ m}^2/\text{s}$. Diberi $R = 82.06 \times 10^{-3} \text{ atm mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$. Kira yang berikut bagi keadaan mantap resapan berbalik molar setara:

- (i). Flux of He in kgmol/sm^2
Fluks He dalam $\text{kg.mol}/\text{s.m}^2$
- (ii). Flux of N_2
Fluks N_2
- (iii). Partial pressure of He at a point 0.05 m from either end
Tekanan separa He pada titik 0.05 m dari kedua-dua hujung
(15 marks/markah)

–oooOooo –