

SESSION 2007

BTS ERO

SCIENCES PHYSIQUES

Temps alloué : 2 heures

Coefficient : 2

La calculatrice conforme à la circulaire N° 99-186 du 16-11-99 est autorisée.

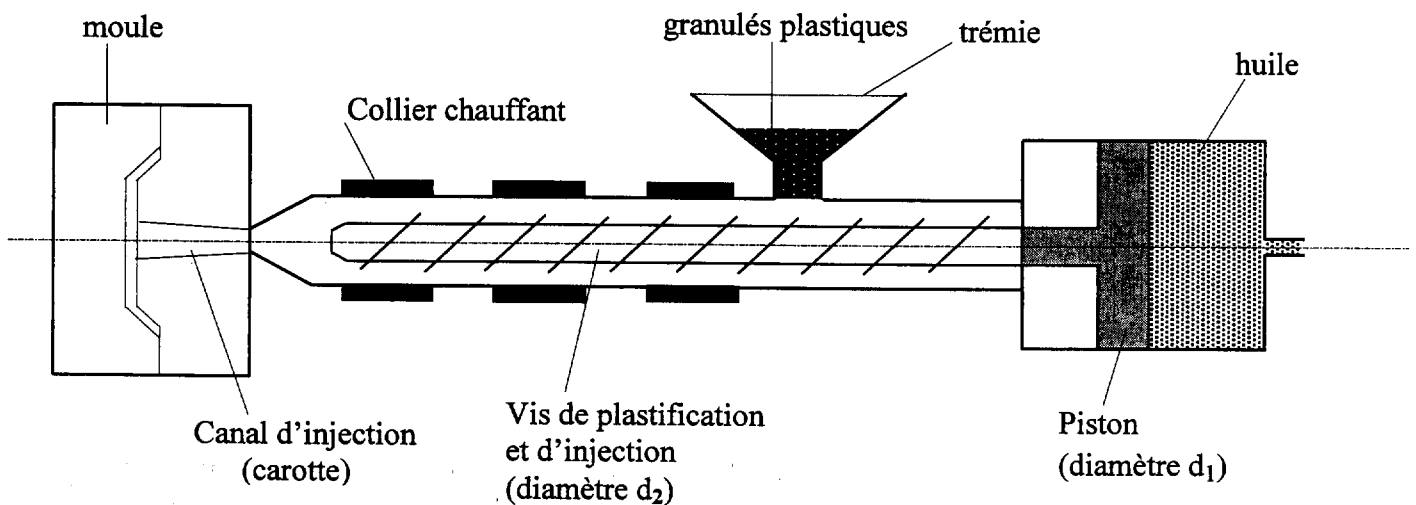
Ce sujet comporte 4 pages.
La page 4 est à rendre avec la copie

ÉTUDE D'UNE PRESSE D'INJECTION PLASTIQUE

Le principal procédé de transformation des thermoplastiques est le moulage par injection sur une presse.

Le principe consiste à introduire la résine (généralement sous formes de granulés) dans la presse, puis un système d'injection entraîne la fusion du polymère à température élevée avant de le couler sous haute pression dans les cavités d'un moule fermé.

Schéma simplifié d'une presse d'injection plastique



A. Thermodynamique (8 points)

1. Étude préliminaire

La trémie alimente la vis de plastification en granulés de polyéthylène (PE).

La masse m de matière nécessaire pour réaliser une injection vaut 14 g.

Le volume V_e de l'empreinte du moule est vaut 12 cm^3 .

La masse volumique ρ du PE vaut 950 kg.m^{-3} .

1.1. Calculer la masse m_e de PE contenue dans l'empreinte.

1.2. En déduire le pourcentage p de PE inutilisé constituant la carotte.

2. Calorimétrie

Dans la trémie, les granulés plastiques sont à la température ambiante $\theta_a = 20^\circ\text{C}$.

Les actions conjuguées de la vis et des colliers chauffants vont permettre d'amener les granulés à une température d'injection θ_i . La masse de PE injectée est $m = 14\text{ g}$.

Données :

- température de fusion du PE : $\theta_F = 130^\circ\text{C}$.
- capacité thermique massique du PE solide : $c_S = 3,2 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
- capacité thermique massique du PE liquide : $c_L = 3,1 \cdot 10^3 \text{ J.kg}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$
- chaleur latente de fusion du PE : $L_F = 1,6 \cdot 10^5 \text{ J.kg}^{-1}$

- 2.1. Calculer l'énergie Q_1 nécessaire pour amener la masse m de PE à la température de fusion.
- 2.2. Calculer l'énergie Q_2 nécessaire pour faire fondre la masse m de PE.
- 2.3. L'énergie totale nécessaire pour amener la masse m de PE de θ_a à θ_i est $Q_t = 11074 \text{ J}$. Calculer θ_i .

3. Transferts thermiques

La température du moule est noté θ_m . La température θ_i du PE injecté vaut 220°C .

La puissance thermique P échangée entre le polymère et le moule a pour expression :

$$P = \frac{\theta_i - \theta_m}{R_{th}}, R_{th} \text{ étant la résistance thermique de la surface de contact moule - polymère.}$$

- 3.1. Pour les valeurs $\theta_m = 20^\circ\text{C}$ et $\theta_i = 220^\circ\text{C}$, la puissance thermique échangée P est égale à 1 kW . Exprimer puis calculer R_{th} et préciser son unité.
- 3.2. L'énergie Q échangée durant la phase de refroidissement du moule est égale à 6000 J . Calculer le temps de refroidissement Δt du moule.
- 3.3. En cours de fabrication la température du moule atteint la valeur constante $\theta_m = 80^\circ\text{C}$. Calculer alors le nouveau temps de refroidissement Δt_1 .
- 3.4. Quel dispositif doit-on prévoir au niveau du moule pour réduire le cycle de fabrication d'une pièce ?

B. Mécanique des fluides (3 points)

Lors de l'injection, la rotation de la vis est arrêtée. Elle pousse alors la matière plastique dans le canal d'injection grâce à un vérin dont le piston a un diamètre $d_1 = 100 \text{ mm}$.

La pression d'huile dans le vérin est $P_1 = 40 \text{ bars}$.

Donnée : $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$.

1. Calculer l'intensité de la force F exercée par l'huile sur le piston.
2. La pression P_2 exercée par la vis sur la matière à l'entrée du canal d'injection étant de 390 bars , exprimer puis calculer le diamètre d_2 de l'entrée du canal.
3. Entre l'entrée du canal d'injection et l'entrée dans l'empreinte, la pression chute de 60% . Quelle est la pression P dans le moule ? Indiquer la cause de cette baisse de pression.

C. Électricité (6 points)

Les dispositifs électriques de la presse sont alimentées par un réseau triphasé 230 V / 400 V – 50 Hz comprenant 4 fils repérés par les lettres A , B , C et D.

1. On souhaite identifier le neutre de l'installation.

Un voltmètre V_1 placé entre les fils A et B indique 230 V.

Un voltmètre V_2 placé entre les fils B et D indique 400 V.

1.1. Quelle est la valeur efficace de la tension V entre phase et neutre ?
Quelle est la valeur efficace de la tension U entre deux phases ?

1.2. Placer les voltmètres V_1 et V_2 sur la figure 1 du document réponse.

1.3. Préciser quel est le fil neutre.

2. Le chauffage de la matière plastique est réalisé par 3 colliers se comportant chacun comme un conducteur ohmique de résistance $R = 130 \, \Omega$. Les trois conducteurs sont couplés en étoile au réseau et constituent une charge équilibrée.

2.1. Représenter le schéma de couplage des conducteurs en indiquant une tension simple v et une tension composée u sur la figure 2 du document réponse

2.2. Calculer la puissance totale P_J dissipée par effet Joule par les trois résistances.

3. Le réseau alimente un moteur asynchrone triphasé comportant 2 paires de pôles qui, associé à un réducteur de vitesse de rapport $k = 1/5$, entraîne en rotation la vis de plastification. Le glissement du moteur g est alors de 5 %.

3.1. Calculer la fréquence de rotation au synchronisme n_s .

3.2. Calculer la fréquence de rotation n du moteur.

3.3. En déduire la fréquence de rotation n_v de la vis.

D. Chimie (3 points)

1. La fabrication du polyéthylène PE est réalisée à partir de l'éthylène ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$).
Pourquoi la réaction de polymérisation est-elle possible ?

2. Écrire l'équation de réaction de la polymérisation de l'éthylène.

3. Dans la trémie se trouvent :

0,06 moles de PE de masse molaire $M_1 = 500 \, \text{kg.mol}^{-1}$

0,02 moles de PE de masse molaire $M_2 = 800 \, \text{kg.mol}^{-1}$

Calculer la masse molaire moyenne M du PE contenu dans la trémie.

4. En déduire le degré moyen n de polymérisation du mélange contenu dans la trémie.

Données :

masse molaire de l'hydrogène : $M_H = 1 \, \text{g.mol}^{-1}$.

masse molaire du carbone : $M_C = 12 \, \text{g.mol}^{-1}$

DOCUMENT RÉPONSE
À RENDRE AVEC LA COPIE

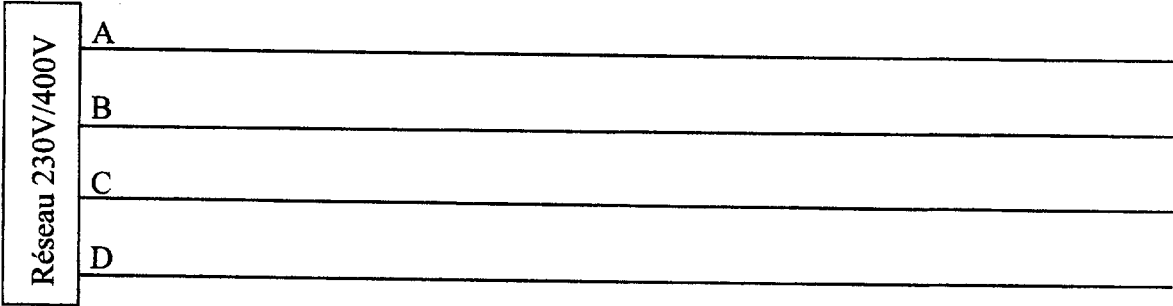


Figure 1

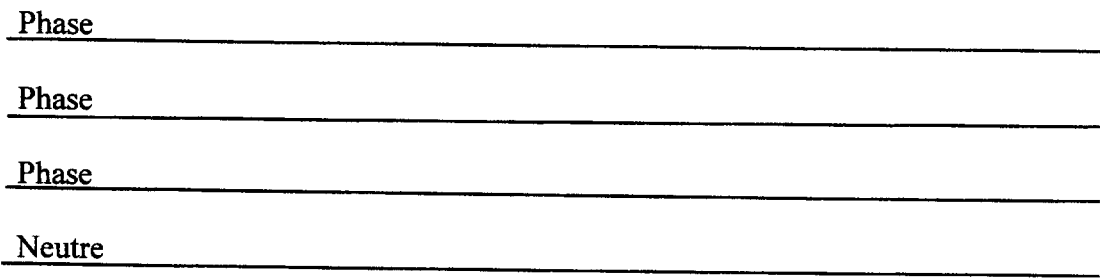


Figure 2

