

**EXAMEN MEDIAN MA50**  
*Documents non autorisés*

1 - Un polymère ayant le comportement d'un corps de Maxwell, on impose une déformation instantanée  $\epsilon_0 = 0,25$  que l'on maintient constante au cours du temps. On enregistre alors l'évolution des contraintes et on obtient le tableau suivant :

t (min)	0	1	2	3	4	5	10	15	20	25	30
$\sigma$ (N/m <sup>2</sup> = Pa)	2,5. 10 <sup>5</sup>	2,047. 10 <sup>5</sup>	1,676. 10 <sup>5</sup>	1,372. 10 <sup>5</sup>	1,123. 10 <sup>5</sup>	0,920. 10 <sup>5</sup>	0,338. 10 <sup>5</sup>	0,124. 10 <sup>5</sup>	0,046. 10 <sup>5</sup>	0,017. 10 <sup>5</sup>	0,006. 10 <sup>5</sup>

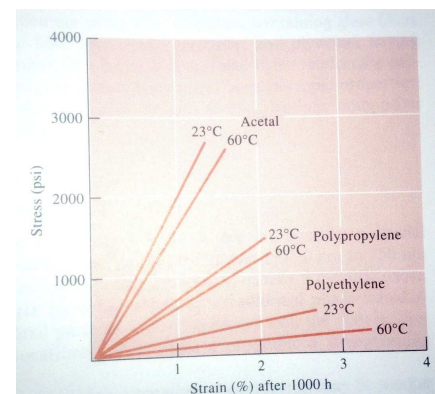
Connaissant la loi de comportement d'un corps de Maxwell :  $\sigma = \sigma_0 \exp\left(\frac{-t}{\tau}\right)$

- calculez le temps de relaxation,
- calculez les paramètres du modèle sachant que pour une contrainte de  $10^5$  Pa on a une déformation initiale instantanée égale à 0,1.

2. Pour élaborer une feuille de polymère thermoplastique, on peut employer la technique de calandrage ou encore d'extrusion filière plate avec laquelle il est possible d'obtenir des vitesses rapides de solidification.

Quel procédé préconiseriez-vous pour développer une pièce présentant les meilleures propriétés mécaniques ?

3. La figure suivante illustre le comportement mécanique de 3 polymères différents à 2 températures. Ayant pour objectif de fabriquer une barre de 300 mm de long en polymère susceptible de supporter une force de 2225 N pendant 6 mois à la température de 40°C, précisez la nature du matériau et les dimensions de la barre afin de garantir une élongation inférieure à 5%.



4. Connaissant la densité du PVC de structure amorphe égale à  $1.38 \text{ g/cm}^3$ , calculez le pourcentage de cristallinité d'un PVC de densité  $1.45 \text{ g/cm}^3$  (on considèrera la maille cristalline (orthorombique  $a=1.040\text{nm}$ ,  $b=0.530\text{nm}$ ,  $c=0.510\text{nm}$ ) constituée de 4 unités de répétition).

5. Un copolymère commun est produit par combinaison de monomères d'éthylène et de propylène sur la même chaîne. Calculez le poids moléculaire du polymère produit à partir d'1 Kg d'éthylène et 3 Kg de propylène de telle sorte que le degré de polymérisation soit de 5000.

6. Connaissant les structures des monomères, comment sont susceptibles d'évoluer les températures de transition vitreuse d'un polyéthylène, polypropylène ou encore d'un polyméthyl méthacrylate ? Quelles sont les conséquences d'un point de vue applications ?

7. A température ambiante, un polymère présente un taux de fluage de  $0.007 \text{ cm/cm.h}$  quand on lui applique une contrainte de 18 MPa, un taux de  $0.002 \text{ cm/cm.h}$  pour une contrainte de 15.5 MPa et un taux de  $0.0009 \text{ cm/cm.h}$  pour une contrainte de 14 MPa.

Le taux de fluage suivant la loi  $a \cdot \sigma^n$  où  $n$  et  $a$  étant des constantes, identifiez les constantes  $n$  et  $a$  et déterminez la contrainte maximale garantissant au polymère une déformation inférieure à 2% pendant une durée de 1 an.

8. Soit un échantillon de polyacrylonitrile (PAN) constitué de 6 longueurs de chaines différentes :

Nombre de chaines	Poids moléculaire moyen des chaines (g/mol)	Nombre de chaines	Poids moléculaire moyen des chaines (g/mol)
10000	3000	15000	12000
18000	6000	9000	15000
17000	9000	4000	18000

Déterminez :

- le poids moléculaire moyen en masse et son degré de polymérisation,
- le poids moléculaire moyen en nombre et son degré de polymérisation.

9. Un industriel produit plusieurs grades du même polymère avec des distributions de masse molaire différentes :

- P1 : oligomère de faible masse molaire : 2000 g/mol, supposé monodispersé.
- P2 : polymère de masse molaire moyenne en nombre 120 000 g/mol, avec un indice de polymolécularité  $I = 2$
- P3 : polymère de haute masse molaire moyenne en nombre 480 000 g/mol,  $I = 1,8$ .

a) Par erreur, il a été introduit 0,5% en masse de l'oligomère P1 dans le polymère P2. Calculez la nouvelle distribution de masses molaires ( $M_n$ ,  $M_w$ ,  $I$ )

b) Croyant bien faire, on décide d'ajouter une certaine quantité du troisième polymère P3 afin de ramener la masse molaire moyenne en nombre à 120 000 g/mol.

Calculer la quantité  $x$  à additionner à 100g du mélange pr c dent. Quelle sera la nouvelle valeur de l'indice de polymolécularité ?

On rappelle les deux formules utiles :  $\overline{M_n} = \sum_i x_i \overline{M_{n,i}}$  et  $\overline{M_w} = \sum_i w_i \overline{M_{w,i}}$

Polymer	Repeat Unit	Applications	Polymer	Repeat Unit	Applications
Polyethylene (PE)		Packing films, wire insulation, squeeze bottles, tubing, household items	Polyacrylonitrile (PAN)		Textile fibers, precursor for carbon fibers, food containers
Polyvinyl chloride (PVC)		Pipe, valves, fittings, floor tile, wire insulation, vinyl automobile roofs	Polymethyl methacrylate (PMMA) (acrylic-Plexiglas)		Windows, windshields, coatings, hard contact lenses, internally lighted signs
Polypropylene (PP)		Tanks, carpet fibers, rope, packaging	Polychlorotrifluoroethylene		Valve components, gaskets, tubing, electrical insulation
Polystyrene (PS)		Packaging and insulation foams, lighting panels, appliance components, egg cartons	Polytetrafluoroethylene (Teflon) (PTFE)		Seals, valves, nonstick coatings