

Module : Viscoélasticité des Polymères

Travaux dirigés

1-) Définir:

- la relaxation de la contrainte
- le fluage
- l'expérimentation périodique dynamique

2-) La déformation de cisaillement en dynamique, dans le cas d'un polymère viscoélastique est donnée par :

$$\gamma^* = \gamma_0 e^{i\omega t}$$

et la contrainte par :

$$\sigma^* = \sigma_0 e^{i(\omega t + \delta)}$$

Retrouver les expressions de G' et G'' caractérisant l'élasticité et la perte d'énergie en fonction de l'angle de perte δ .

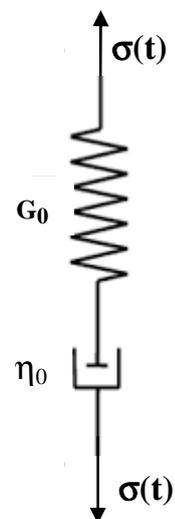
3-) Trouver les expressions entre les modules de stockage G' et de perte G'' et les complaisances J' et J'' à partir de la relation $G^* = 1/J^*$. G^* est le module complexe et J^* , la complaisance complexe.

Que devient le module complexe $G^*(\omega)$, $G'(\omega)$ et $G''(\omega)$ dans le cas d'un écoulement newtonien et un matériau élastique de Hooke .

On donne $\gamma = \gamma_0 \exp(i\omega t)$

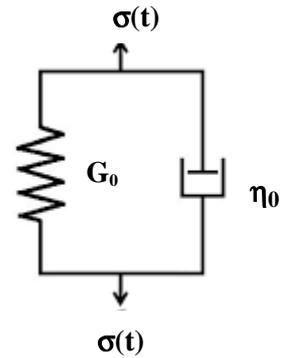
4-) Soit un élément de Maxwell soumis à une contrainte $\sigma(t)$ et défini par un ressort de rigidité G_0 disposé en série avec un amortisseur de viscosité η_0 .

- Etablir l'équation rhéologique $\sigma(t) = f(\gamma, d\gamma/dt, t, \dots)$ de l'élément de Maxwell. Le temps de relaxation est défini par $\tau = \eta_0/G_0$, γ la déformation et t le temps.
- Que devient cette équation dans le cas d'une expérimentation de relaxation de la contrainte?
- Déterminer le module de relaxation $G(t)$. Tracer $G(t)$ en fonction du temps pour un liquide viscoélastique et retrouver géométriquement le temps de relaxation τ .



5-) Soit un élément de Kelvin-Voigt soumis à une contrainte σ et défini par d'un ressort de rigidité G_0 disposé en parallèle avec un amortisseur de viscosité η_0 .

- Etablir la loi rhéologique $\sigma(t)=f(\gamma, d\gamma/dt, t, \dots)$ de l'élément de Kelvin-Voigt.
- Que devient cette équation dans le cas d'une expérimentation de fluage?
- Déterminer la fonction de fluage $J(t)$.



6-) Soit *le modèle de Zener* donné sur la figure ci dessous.

Retrouver l'équation rhéologique suivante : $\frac{\sigma}{E} + \frac{\sigma}{\eta} = \left(\frac{E_1}{E} + 1 \right) \dot{\gamma} + \frac{\gamma E_1}{\eta}$

Résoudre cette équation dans le cas d'un essai de relaxation et du fluage.

Trouver G' et G'' dans le cas d'un essai sinusoïdal où $\gamma = \gamma_0 \exp(i\omega t)$.

