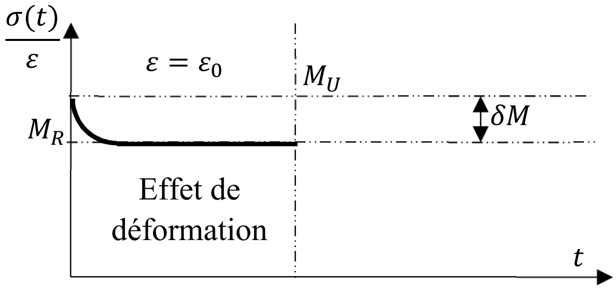
Contrôle PPMC 01

Exercice 01 (11 Points):

Considérons un solide anélastique dont le comportement est schématisé dans la figure ci-dessous :



En utilisant un modèle bien déterminé, le solide anélastique peut être décrit suivant l'équation différentielle suivante :

$$\sigma + \tau_\varepsilon.\dot{\sigma} = M_R.\varepsilon + M_U.\tau_\varepsilon.\dot{\varepsilon}$$

1) Citer les trois postulats qui caractérisent le solide anélastique ? (03 Points)
2) Quel est le modèle adéquat à cette équation différentielle ? (01 Point)
3) Schématiser le modèle en question en utilisant des ressorts et des amortisseurs. (04 Points)
4) En utilisant les paramètres de ce modèle, démontrer l'authenticité de l'équation différentielle précédente. (03 Points)

Exercice 02 (09 Points):

1) Quel sont les types de défauts existants dans un solide cristallin ? (02 Points)
2) Dans quelle catégorie se situe les macles ? (Un demi-point)
3) Quelle est la différence entre le solide de la figure 01 et celui de la figure 02 ? (01 Point)
4) Que se passe-t-il avec un défaut ponctuel dans un solide anélastique ? (01 Point)
5) Quelle sont les causes possibles ? (Un Point et demi)

Contrôle PPMC 01

6) Définir tous les types des défauts montrés sur la figure 01. (02 Points)

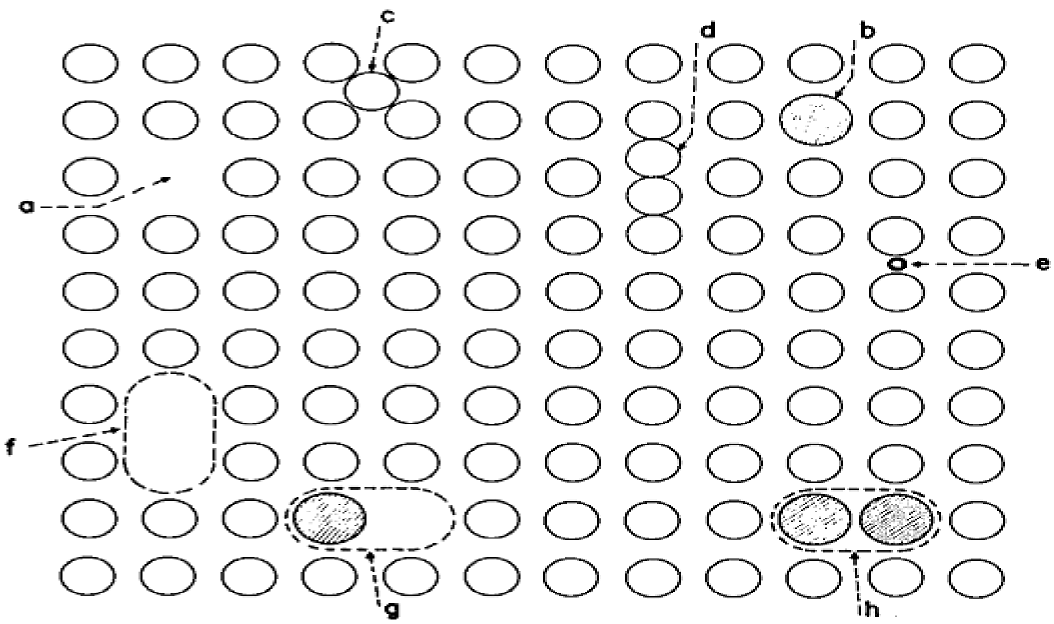


Figure 01

7) Définir tous les types des défauts montrés sur la figure 02. (01 Ponit)

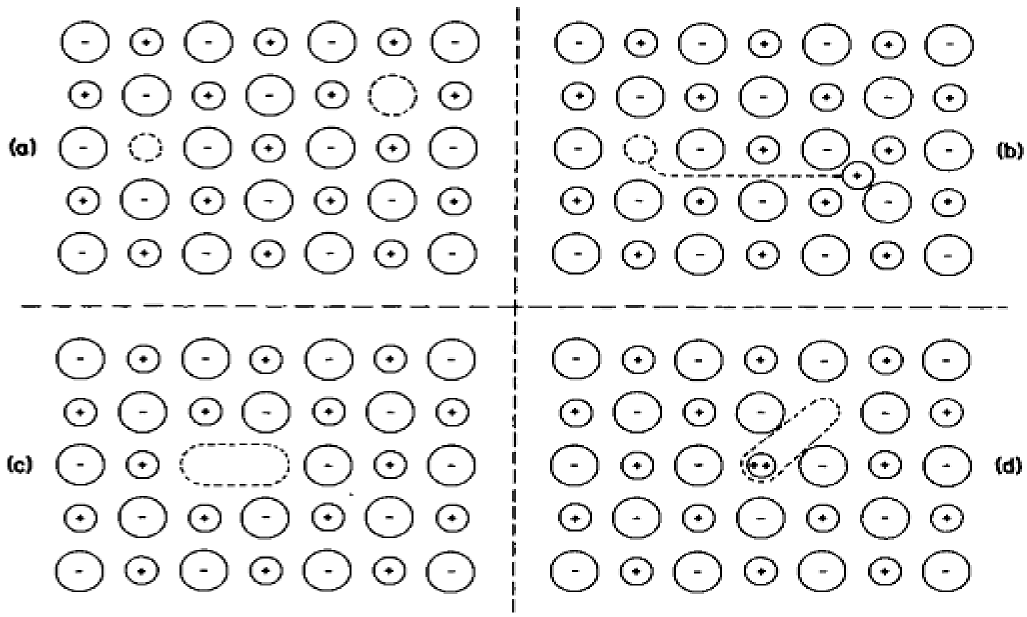


Figure 02

Contrôle PPMC 01

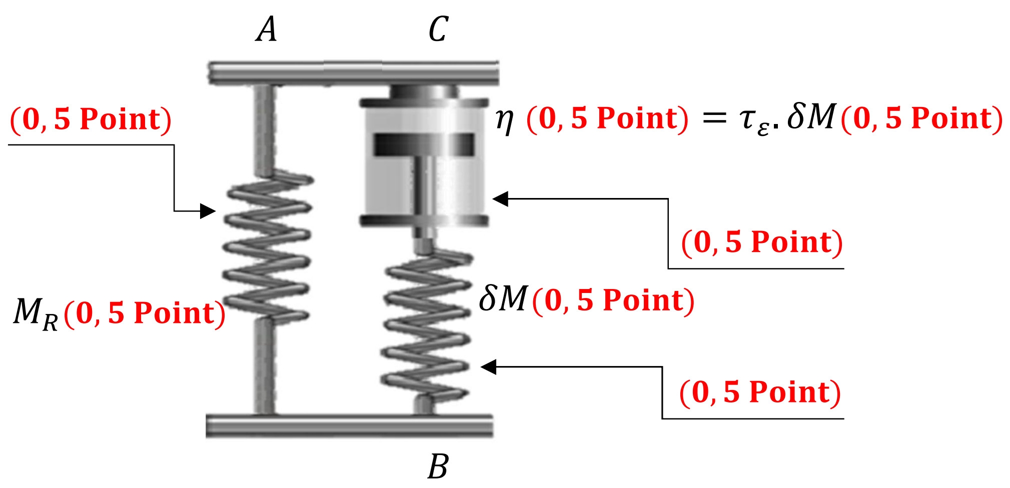
Solution :

Exercice 01 :

1) Les trois postulats qui caractérisent le solide anélastique sont:
- Pour chaque contrainte, il existe une seule valeur d'équilibre de déformation, et vice versa **(0,5 Point)** : **Elasticité idéale (0,5 Point)**.
- La réponse n'atteint un état d'équilibre qu'après un temps suffisant **(0,5 Point)**: **Le recouvrement dépend du temps (0,5 Point)**.
- La relation contrainte-déformation est linéaire **(0,5 Point)**: **Elasticité idéale (0,5 Point)**.

2) Le modèle adéquat à cette équation différentielle: **Trois paramètres (0,5 Point) avec l'unité de Maxwell (0,5 Point)**

3) Le schéma du modèle en question en utilisant des ressorts et des amortisseurs :



En parallèle: $(\mathbf{0,5\ Point})$

4) Démonstration de l'authenticité de l'équation différentielle précédente :

$$\boldsymbol{\sigma + \tau_{\varepsilon}.\dot{\sigma} = M_R.\varepsilon + M_U.\tau_{\varepsilon}.\dot{\varepsilon}}$$

$$\begin{cases} (1): \sigma_A = M_R.\varepsilon_A & (\mathbf{0,25\ Point}) \\ (2): \dot{\sigma}_A = M_R.\dot{\varepsilon}_A & (\mathbf{0,25\ Point}) \\ (3): \sigma_B = \delta M.\varepsilon_B & (\mathbf{0,25\ Point}) \\ (4): \dot{\sigma}_B = \delta M.\dot{\varepsilon}_B & (\mathbf{0,25\ Point}) \\ (5): \sigma_C = \tau_{\varepsilon}.\delta M.\dot{\varepsilon}_C & (\mathbf{0,25\ Point}) \end{cases}$$

$$\begin{cases} (6): \sigma = \sigma_A + \sigma_B & (\mathbf{0,25\ Point}) \\ (7): \sigma = \sigma_A + \sigma_C & (\mathbf{0,25\ Point}) \\ (8): \sigma_C = \sigma_B & (\mathbf{0,25\ Point}) \end{cases}$$

Contrôle PPMC 01

$$\begin{cases} (9): \varepsilon = \varepsilon_A = \varepsilon_B + \varepsilon_C & \textbf{(0,25 Point)} \\ (10): \dot{\sigma} = \dot{\sigma}_A + \dot{\sigma}_B & \textbf{(0,25 Point)} \\ (11): \dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}_B + \dot{\varepsilon}_C & \textbf{(0,25 Point)} \\ (12): \delta M = M_U - M_R & \textbf{(0,25 Point)} \end{cases}$$

$$(10) \Rightarrow \dot{\sigma} = (2) + (4) \xRightarrow{\text{بالتعويض}} \dot{\sigma} = M_R.\dot{\varepsilon}_A + \delta M.\dot{\varepsilon}_B$$

$$(9) \Rightarrow \varepsilon = \varepsilon_A: \begin{cases} (\dot{\varepsilon} = \dot{\varepsilon}_A) \\ \dot{\varepsilon}_B = \dot{\varepsilon} - \dot{\varepsilon}_C \end{cases} \xRightarrow{\text{بالتعويض}} \dot{\sigma} = M_R.\dot{\varepsilon} + \delta M.(\dot{\varepsilon} - \dot{\varepsilon}_C)$$

$$\Rightarrow \dot{\sigma} + \delta M.\dot{\varepsilon}_C = M_R.\dot{\varepsilon} + \delta M.\dot{\varepsilon}$$

$$\xRightarrow{\text{نضرب االطرفين في } \tau_\varepsilon} [\dot{\sigma} + \delta M.\dot{\varepsilon}_C = M_R.\dot{\varepsilon} + \delta M.\dot{\varepsilon}] \times \tau_\varepsilon$$

$$\overset{\text{نجد}}{\Rightarrow} \dot{\sigma}.\tau_\varepsilon + \delta M.\dot{\varepsilon}_C.\tau_\varepsilon = M_R.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon + \delta M.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon$$

$$\text{لذينا}: \begin{cases} \sigma_C = \sigma - \sigma_A = \sigma - M_R.\varepsilon \\ \delta M = M_U - M_R \\ \sigma_C = \tau_\varepsilon.\delta M.\dot{\varepsilon}_C \end{cases}$$

$$\overset{\text{ومنه}}{\Rightarrow} \dot{\sigma}.\tau_\varepsilon + \sigma - M_R.\varepsilon = M_R.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon + (M_U - M_R).\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon$$

$$\overset{\text{نجد}}{\Rightarrow} \dot{\sigma}.\tau_\varepsilon + \sigma = M_R.\varepsilon + M_R.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon + M_U.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon - M_R.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon$$

$$\boldsymbol{\dot{\sigma}.\tau_\varepsilon + \sigma = M_R.\varepsilon + M_U.\dot{\varepsilon}.\tau_\varepsilon}$$

Contrôle PPMC 01

Exercice 02

1) Les types de défauts existants dans un solide cristallin sont :
   - Défauts ponctuels **(0,5 Point)**.
   - Défauts linéaires **(0,5 Point)**.
   - Défauts surfaciques **(0,5 Point)**.
   - Défauts volumiques **(0,5 Point)**.
2) Les macles sont considérées comme défauts surfaciques **(0,5 Point)**.
3) Les deux figures représentent :
   - La figure 01 : Un solide cristallin monoatomique **(0,5 Point)**.
   - La figure 02 : Un solide cristallin ionique **(0,5 Point)**.
4) Les défauts ponctuels son capable de
   - Migrer dans le solide cristallin **(0,5 Point)**.
   - Déformer le réseau cristallin et en conséquence changer les dimensions du solide **(0,5 Point)**.
5) Les causes possibles sont :
   - Thermiques **(0,5 Point)**.
   - Mécaniques **(0,5 Point)**.
   - Electriques **(0,5 Point)**.
6) Les défauts existants dans la figure 01 représentent :
   a) Lacune **(0,25 Point)**.
   b) Impureté substitutionnelle **(0,25 Point)**.
   c) Auto interstitiel (centré) **(0,25 Point)**.
   d) Auto interstitiel (face centrée) **(0,25 Point)**.
   e) Impureté interstitiel **(0,25 Point)**.
   f) Bi-lacunes **(0,25 Point)**.
   g) Une paire (lacune - Impureté substitutionnelle) **(0,25 Point)**.
   h) Une paire d'impureté substitutionnelle **(0,25 Point)**.
7) Les défauts existants dans la figure 01 représentent :
   a) Défaut de Schottky **(0,25 Point)**.
   b) Défaut de Frenkel **(0,25 Point)**.
   c) Paire de Schottky **(0,25 Point)**.
   d) Paire (Impureté – Lacune) **(0,25 Point)**.