**MQ51 EXAMEN MEDIAN 5.11.12**

R. HERBACH

*notes de cours et de TD autorisées, durée 2 heures*

**PARTIE A : torsion** (sur 6 points)**.**

Une éprouvette cylindrique en acier XC38, diamètre *d* = 10 mm, longueur L = 50 mm, est dans un état de torsion pure. On précise que ν = 0,33 et qu’en élasticité linéaire on trouve pour les points en surface du cylindre τ = 267 MPa et γ = 3,43.10-3.

**A1)** En déduire les valeurs du module d’élasticité transversale G puis du module d’Young E en GPa.

**A2)** Tracer les 3 cercles de Mohr pour un point M de la surface latérale. Représenter l’état de contraintes sur un petit élément de matière (plan physique) entourant M avec des facettes de normales $\pm \overline{e}\_{θ}$ et $\pm \overline{e}\_{z}$.

**A3)** Dans le plan de Mohr on considère la première bissectrice (à $+\frac{π}{4}$ de l’axe Oσ). Elle coupe le grand cercle en deux points diamétraux, normales $\pm \overline{n}$ et $\pm \overline{n}'$. Donner la valeur des contraintes sur ces facettes. Représenter cet état de contraintes pour un petit élément de matière entourant M, en orientant correctement les normales $\overline{n} et \overline{n}'$ par rapport à une direction connue.

**A4)** Que valent le couple C (en N.m) et l’angle de torsion θ (en degrés) de l’éprouvette dans cet état ?

**PARTIE B : exploitation d’un diagramme d’essai** (sur 5 points)**.**

Quelques points relevés sur le domaine plastique d’un diagramme conventionnel d’essai de traction de l’acier XC38 sont donnés ci-après :

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| σ0 MPa | 481 | 502 | 510 | 524 | 598 | 628 |
| ε0 | 2,33.10-3 | 3,16.10-3 | 5,26.10-3 | 0,01 | 0,05 | 0,1 |

**B1)** En déduire le tableau correspondant donnant τ en fonction de γ en torsion pure sachant que le matériau suit parfaitement Von Misès c’est-à-dire que l’on a $ε=\frac{γ}{\sqrt{3}}$ et $σ=τ\sqrt{3}$.

**B2)** En vous servant de $σ=480+946ε^{0,638}$ en MPa pour la partie plastique, et des résultats de la partie **A)** ci-dessus, donner les relations correspondantes $τ=f(γ)$ en élasticité linéaire et en plasticité, avec les limites correspondantes sur γ (on précise que d’après les normes $τ\_{Y}=0,557σ\_{Y}$). Vérifier les valeurs du tableau de la question **B1)**.

**PARTIE C : viscoélasticité linéaire** (sur 9 points)**.**

Le modèle rhéologique monodimensionnel étudié est constitué d’une cellule de *Kelvin-Voïgt* simple (un ressort de module *G* et un amortisseur de viscosité η placés en parallèle) en série avec un ressort célibataire de module *G* (même module que celui du *K-V*).

**C1)** Donner la fonction de relaxation *r(t)* du modèle.

**C2)** On prend dans la suite *G* = 105 N.m-1 et η = 106 N.m-1.s et on soumet le modèle à un essai de traction en déplacement imposé tel que pour $0\leq t\leq 40s$ on a $δ=\dot{δ}t avec \dot{δ}=10^{-3}m.s^{-1}$ puis $\dot{δ}=0 pour t>40s.$ Calculer et représenter graphiquement *F(t)* pour $0\leq t\leq 100s$. Donner l’équation de l’asymptote. Faire la conversion de *t* en δ.