ORDRE DES INGÉNIEURS DU QUÉBEC

SESSION DE MAI 2022

Toute documentation permise
Calculatrices : modèles autorisés seulement
Durée de l’examen : 3 heures

20-MB-B8 - PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

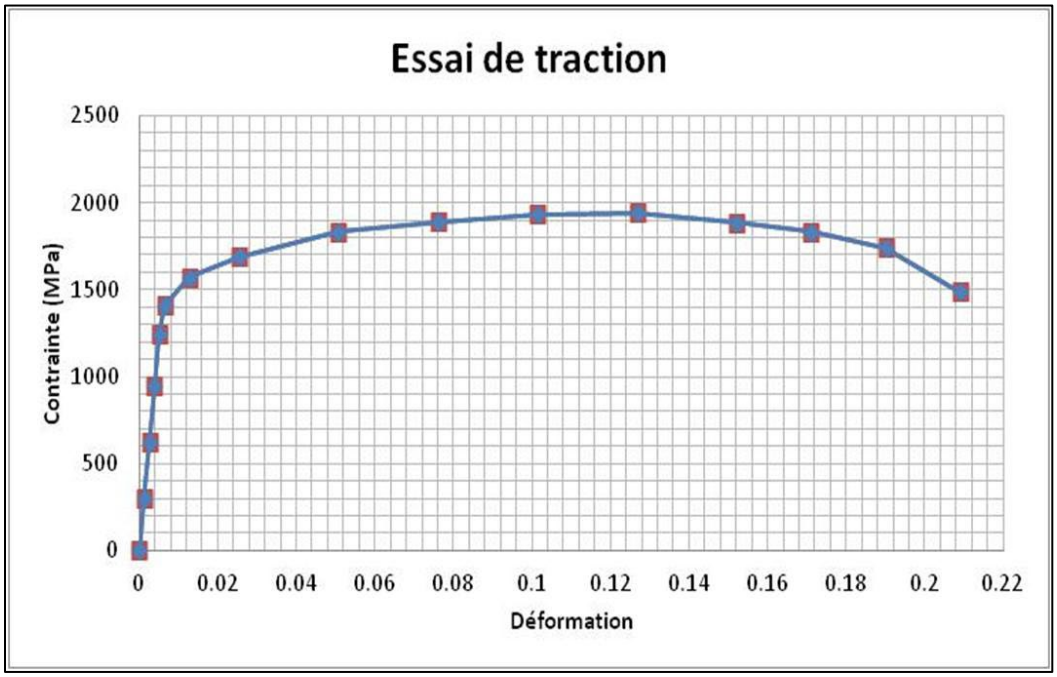
#1) On applique une force de traction de 420 N à un fil de titane (E =107 GPa et ν = 0,34). Sachant que son diamètre initial est de 3,2 mm et que sa longueur initiale est de 80 cm, (i) calculez la contrainte en MPa, (ii) calculez son allongement en mètre (iii) calculez sa longueur finale en mètre, (iv) calculez la déformation sur le rayon et (v) calculez le rayon final. (15 pts)

#2) Vous obtenez la courbe de traction suivante pour un alliage quelconque et son grossissement sur les figures 1 et 2. (5pts)

(A) Sur le graphique, déterminez le point de rupture. (indiquer la lettre A) (1pt)
(B) Sur le graphique, déterminez le point de striction. (indiquer la lettre B) (1pt)
(C) Quelle est la valeur approximative de la résistance mécanique? (1pt)

Rm = _____

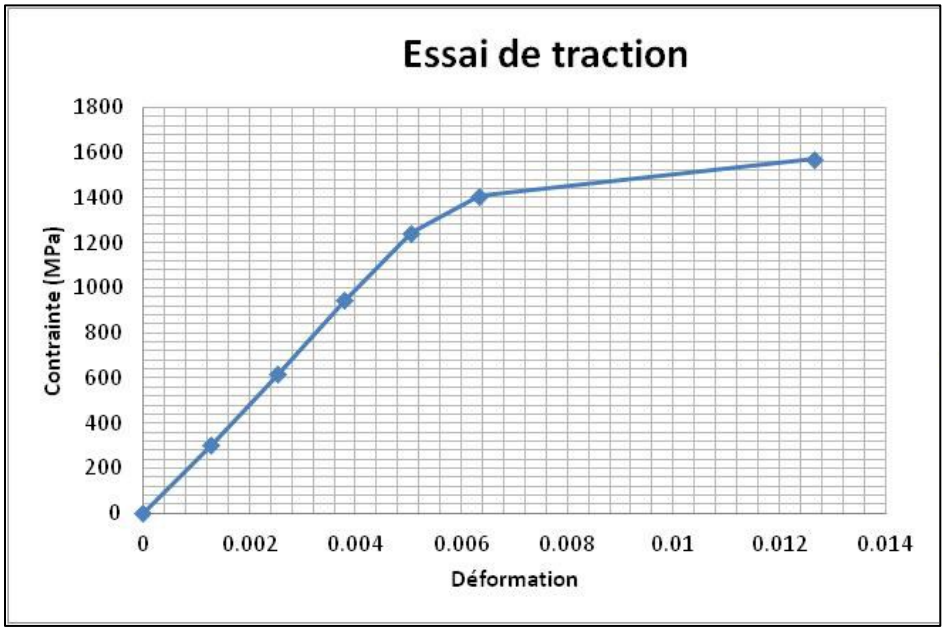
Figure 1



(D) Montrez graphiquement la valeur du $Re_{0.2\%}$ et indiquez la valeur. (2pts)

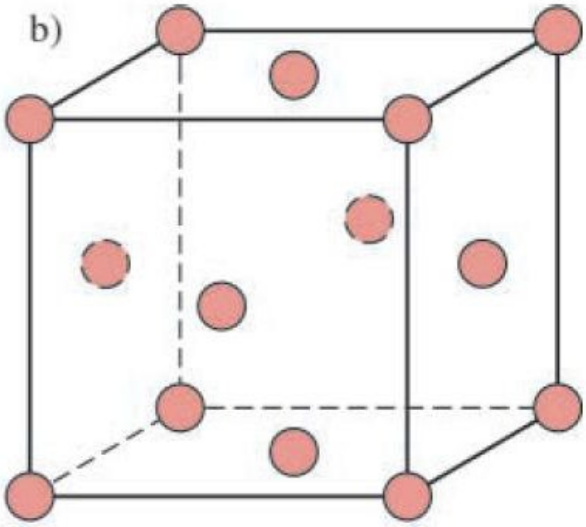
$Re_{0.2\%}$ = _____

Figure 2



#3a) (5pts)

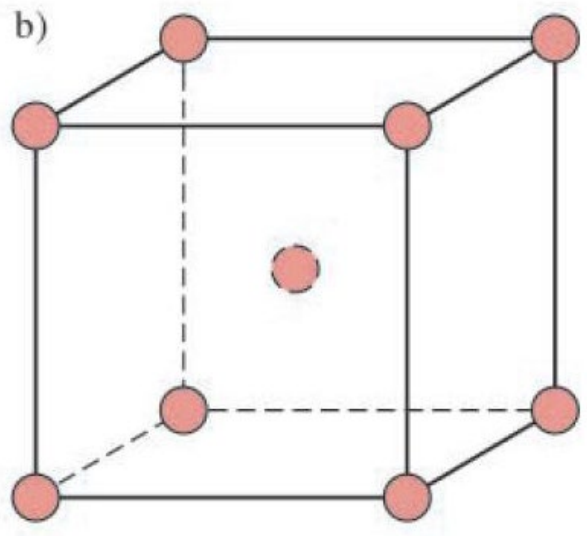
(A) Dans une maille élémentaire cubique face centrée, tracez les directions [110] et [111] (2pts)



(B) Calculez la densité d'atomes par nm sur ces deux directions, s'il s'agit d'une maille cubique faces centrées avec un rayons atomique de 0.1849 nm. (3pts)

#3b) (5pts)

(A) Dessinez le plan (110) dans une maille cubique centrée (1pt)



(B) Montrez l'arrangement des atomes dans ce plan s'il s'agit d'un cubique centré (indiquez les mesures des côtés) (2pts)

(C) Calculez le nombre d'atomes par mètre carré pour ce plan où le paramètre de maille (*a*) est 0,35 nm. (2pts)

#4) (10pts)

(a) Écrivez l'équation de loi de Bragg (2pts)

(b) Le pic (200) du fer survient à un angle $2\theta = 65.2°$ (figure ci-dessous). Calculez le paramètre de maille du fer. (4pts)

(c) Calculez l'angle de diffraction pour le pic (211)? Comparez votre résultat avec la figure ci-dessous. (4pts)

(sachant que λ=0,154 nm)

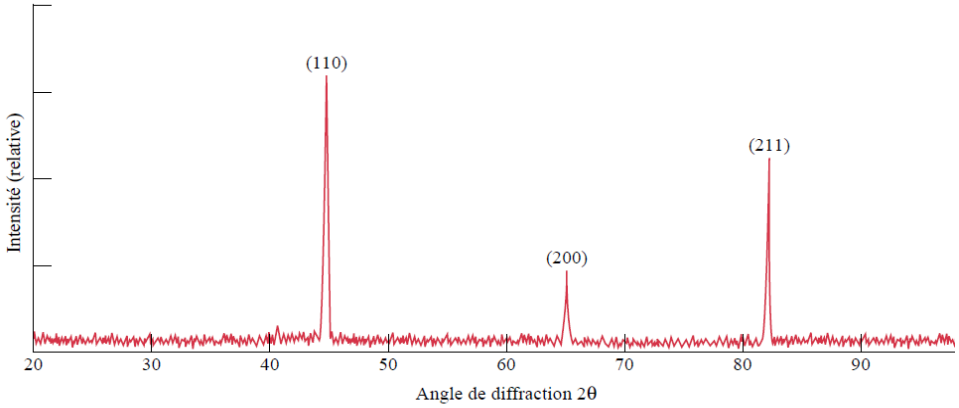


FIGURE 3.20 Diagramme de diffraction d'un échantillon de fer-α polycristallin.

#5) La dureté d'un acier doit être déterminée. En utilisant un appareil de dureté Brinell avec une charge de 600kg et une bille de carbure de diamêtre 10 mm vous obtenez un diamètre d'indentation de 1.2 mm. Quelle sera sa dureté Brinell? (10pts)

#6) Calculez la dureté Vickers (HV) du matériau si vous utilisez une charge de 100kgf et vous mesurez 2 diagonales d_1 = 0.87mm et d_2 = 0,91mm (5pts)

#7). On chauffe lentement à partir de 1100°C un alliage cuivre-nickel composé de 30%m de Ni et de 70%m de Cu, tel que montré à la figure ci-dessous. (10 pts)

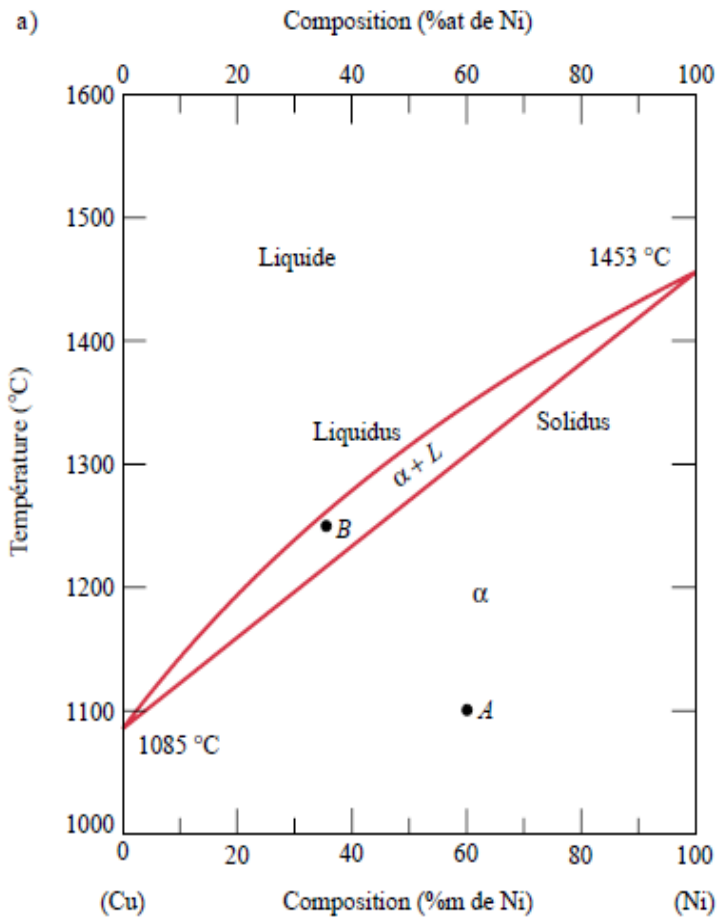
(i) À quelle température la première phase liquide apparait? (2 pts)

(ii) Quelle est la composition de la phase liquide? (2 pts)

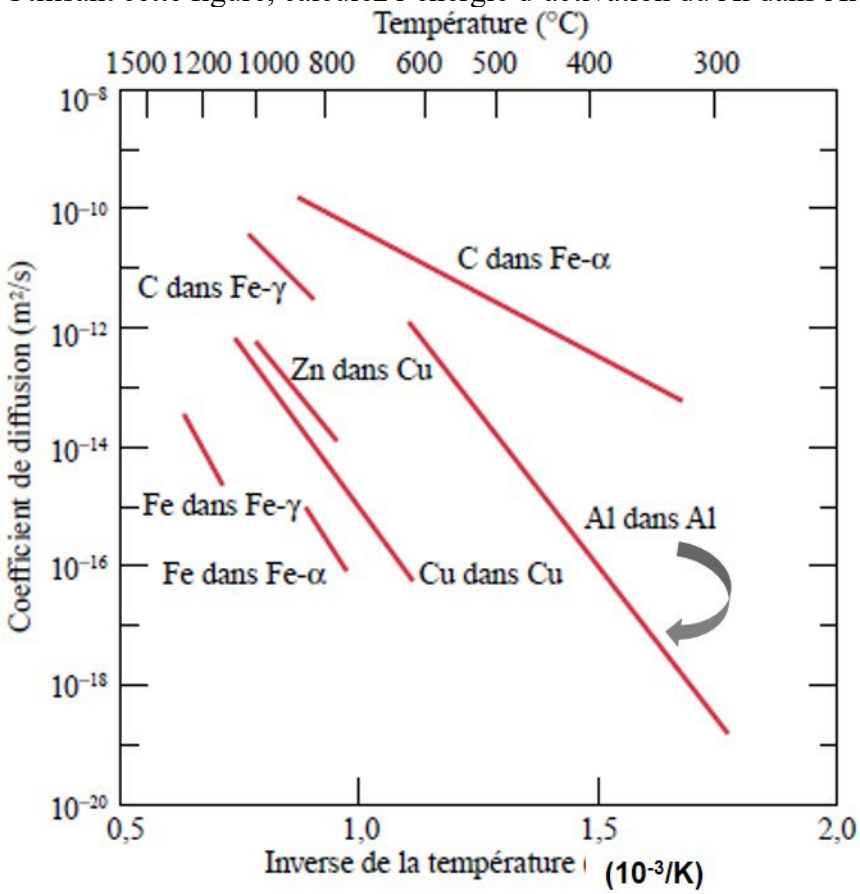
(iii) Quelle est la teneur en Liquide et la teneur en solide à une température de 1350°C (2 pts)

(iv) À quelle température l'alliage est-il complètement fondu? (2 pts)

(v) Quelle est la composition du dernier solide avant la fusion complète? (2 pts)



#8) : Utilisant cette figure, calculez l'énergie d'activation du Al dans Al (10pts)



$$D = D_0 \exp\left(-\frac{Q_d}{RT}\right) \tag{5.8}$$

où :

D_0 = facteur préexponentiel indépendant de la température (m^2/s),

Q_d = **énergie d'activation** de la diffusion (J/mol, cal/mol ou eV/atome),

R = constante universelle des gaz (8,31 J/mol·K ou $8{,}62 \times 10^{-5}$ eV/atome·K),

T = température absolue (K).

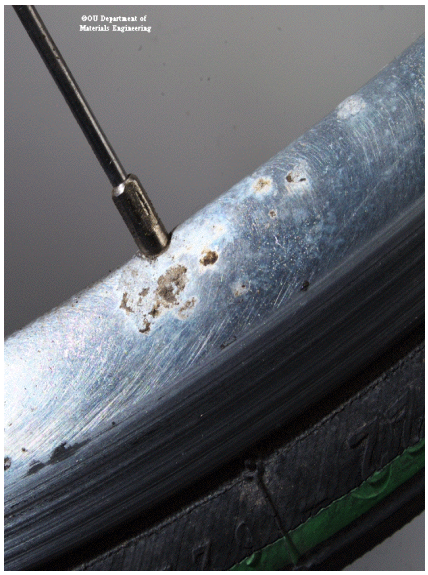
#9) : Un fil d'aluminium de 23.6 m de longueur à une température de -5°C est immobilisé. (i) De combien de °C devrait être chauffé le fil pour obtenir une contrainte de 90 MPa. $\alpha = 23.6 \times 10^{-6}$ (1/°C) et E = 69 GPa. (4pts) ; (ii) Quelle serait la déformation ? (4pts) (iii) Quelle sera la contrainte s'il n'est pas immobilisé? (2pts)?

#10: Selon la théorie de bandes expliquez (avec phrases et schéma)

(i) Conducteur : (*4pts*)
(ii) Isolant : (*4pts*)
(iii) Semi-conducteur : (2*pt*)

Question 11: Quel métal va corroder dans les systèmes galvaniques suivants. Selon les images fournies, identifiez les métaux (avec une flèche)? (5 pts) : (utilisez le tableau de potentiel (selon l'équation de Nerst), voir le document supplémentaire)

Fe-Al (2.5pts)



Cr-Al (2.5pts)