

## BTS Traitements des Matériaux épreuve commune aux options A et B

**PARTIE SCIENTIFIQUE****Exercice 1 : Transformation allotropique du fer :**

*N.B. : On signale au candidat que l'application numérique de la question 4.4. peut être traitée indépendamment de ce qui précède.*

1. A la température de 912 °C sous la pression de 1 bar, le fer subit une transformation allotropique qui le fait passer lors du chauffage d'une forme notée  $Fe_\alpha$  de structure cubique centré à une forme notée  $Fe_\gamma$  de structure cubique à faces centrées.

Pour chacune des deux formes  $Fe_\alpha$  et  $Fe_\gamma$  :

**1.1.** Dessiner la maille élémentaire.

**1.2.** Préciser le nombre  $n$  d'atomes de fer contenus en propre dans la maille.

2. La masse volumique  $\rho$  d'un métal peut être déterminée à partir de la relation :

$$\rho = \frac{M.n}{N_A.a^3}$$

$M$  : masse molaire atomique du fer.

$n$  : nombre d'ions ou d'atomes par maille élémentaire.

$N_A$  : constante d'Avogadro :  $6,023.10^{23} \text{ mol}^{-1}$

$a$  : arête de la maille.

**2.1.** Etablir la relation précédente.

**2.2.** Calculer les valeurs numériques  $\rho_\alpha$  et  $\rho_\gamma$  des masses volumiques à 912 °C de chacune des formes allotropiques du fer. Exprimer le résultat en  $\text{kg.m}^{-3}$  avec 4 chiffres significatifs.

On donne :  $a(Fe_\alpha) = 0,2903 \text{ nm}$  et  $a(Fe_\gamma) = 0,3646 \text{ nm}$  ;  $M = 55,85 \text{ g.mol}^{-1}$

3. On considère une masse  $m$  de fer subissant la transformation décrite plus haut. Cette transformation est isotherme et isobare. La variation d'enthalpie libre  $dG$  au cours de la transformation est telle que :  $dG = V.dp - S.dT$ .

**3.1.** Préciser la signification des termes « isotherme » et « isobare ».

**3.2.** Que peut-on dire de  $dG$  et de  $G$  au cours de la transformation ?

4. On envisage la transformation allotropique de la masse  $m$  à une température  $T+dT$  et à pression  $p + dp$ . Les variations  $dG_\alpha$  et  $dG_\gamma$  des fonctions  $G_\alpha$  et  $G_\gamma$  sont égales.

**4.1.** En déduire que :  $S_\gamma - S_\alpha = (V_\gamma - V_\alpha) \cdot \frac{dp}{dT}$

**4.2.** Pour la transformation réversible envisagée, effectuée à température constante  $T_0$ , la variation d'entropie du système est liée à la quantité de chaleur échangée avec le milieu extérieur par :

$$Q = m.L = T_0.(S_\gamma - S_\alpha)$$

Définir la chaleur latente de transformation allotropique  $L$  et préciser son unité S.I.

**4.3.** Montrer que pour la transformation de la masse  $m$ , on a :

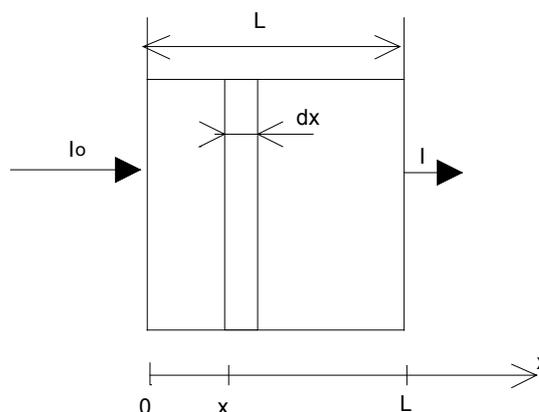
$$L = T_0 \cdot \left( \frac{1}{\rho_\gamma} - \frac{1}{\rho_\alpha} \right) \cdot \left( \frac{dp}{dT} \right)_{T_0}$$

**4.4.** Application numérique : sachant que la chaleur latente de la transformation  $\alpha \rightarrow \gamma$  vaut  $15,0 \text{ kJ.kg}^{-1}$ , que  $\rho_\gamma = 7\,653 \text{ kg.m}^{-3}$  et que  $\rho_\alpha = 7\,581 \text{ kg.m}^{-3}$ , déterminer la valeur numérique de  $\left( \frac{dp}{dT} \right)_{T_0}$  à la température  $T_0$  (en K) de la transformation. Discuter de l'effet de la pression sur la valeur de la température de la transformation allotropique du fer.

## Exercice 2 : Dosage spectrophotométrique du cuivre dans un laiton

On considère un faisceau monochromatique traversant une cuve transparente à faces planes et parallèles qui contient une solution colorée absorbant la lumière. La cuve a une largeur  $L$  et on négligera l'épaisseur de ses parois.

1. On désigne par  $I_0$  l'intensité lumineuse à l'abscisse  $x = 0$  ; par  $I_x$ , l'intensité lumineuse à l'abscisse  $x$  et par  $I$ , l'intensité lumineuse à l'abscisse  $x = L$ .



A la traversée d'une tranche d'épaisseur  $dx$  de solution, le faisceau subit une atténuation qui se traduit par une variation d'intensité  $dI_x$  telle que :

$$dI_x = -k.C.I_x.dx$$

C désignant la concentration de la solution et k une constante positive.

**1.1.** Etablir par intégration de la relation ci-dessus, la relation donnant I en fonction de  $I_0$ , k, C, et L.

**1.2.** En déduire la loi de Beer-Lambert formulée ci-dessous, donnant l'absorbance A de la solution en fonction de la concentration C de la solution et de l'épaisseur L de solution traversée.

$$A = \log\left(\frac{I_0}{I}\right) = \varepsilon.L.C$$

On rappelle que  $\ln x = 2,3.\log x$ .

Quelle est la relation entre la constante k et le coefficient d'extinction molaire  $\varepsilon$  ?

**2.** Afin d'établir la courbe d'étalonnage relative aux ions cuivre (II), on prépare plusieurs solutions de nitrate de cuivre (II) de concentrations différentes. On règle le spectrophotomètre à 800 nm puis, après avoir fait le blanc de référence, on mesure l'absorbance de chacune des solutions. Les valeurs trouvées figurent dans le tableau ci-dessous :

C(mol.L <sup>-1</sup> )	0,020	0,040	0,060	0,080	0,100
A	0,271	0,524	0,922	1,220	1,406

**2.1.** Tracer sur papier millimétré la courbe donnant l'absorbance A en fonction de la concentration C.

**2.2.** Déduire de la courbe précédente le coefficient d'extinction molaire  $\varepsilon$  en précisant son unité. On donne L = 1,0 cm.

**3.** Afin de déterminer la composition massique d'un laiton, on en prélève une masse de 1,00 g qu'on attaque jusqu'à disparition complète du solide par une solution concentrée d'acide nitrique. On verse la solution obtenue dans une fiole jaugée de 250 mL et on ajuste avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge. Après avoir effectué le blanc de référence sur une solution adaptée, on mesure l'absorbance de la solution contenue dans la fiole et on trouve une valeur de A égale à 0,600.

**3.1.** Déterminer la concentration en cuivre (II) de la solution contenue dans la fiole jaugée.

**3.2.** En déduire le pourcentage massique en cuivre du laiton étudié. La masse molaire du cuivre sera prise égale à 63.5g.mol<sup>-1</sup>.