

BTS Traitements des Matériaux(session 1997)

Partie Scientifique commune aux options A et B

1ère PARTIE

THERMOCOUPLE :

La force électromotrice E délivrée par un thermocouple dont la soudure froide est à 0°C et la soudure chaude à $\theta^\circ\text{C}$ est donnée par la relation :

$$E = A\theta^2 + B\theta$$

où A et B sont des constantes dépendant du thermocouple.

Avec un millivoltmètre précis, on a relevé :

$$E_1 = 1,436 \text{ mV pour } \theta_1 = 200^\circ\text{C}$$

$$E_2 = 16,711 \text{ mV pour } \theta_2 = 1600^\circ\text{C} ;$$

1°) Calculer A , B , et montrer que l'expression $E=f(\theta)$ du thermocouple est donnée par :

$$E = 2,332.10^{-6} .\theta^2 + 6,714.10^{-3} .\theta$$

2°) A quelle température θ se trouve la soudure chaude quand la force électromotrice délivrée par le thermocouple vaut 11,900 mV ?

3°) La sensibilité S du thermocouple est définie par :

$S = \frac{dE}{d\theta}$, où $d\theta$ est une petite variation de température et dE la variation correspondante de la force

électromotrice du thermocouple.

3.1. Calculer la sensibilité du thermocouple à 200°C , et à 1600°C . Conclure.

3.2. L'opérateur qui fait des mesures avec ce thermocouple ne dispose que d'un millivoltmètre digital médiocre, qui ne garantit qu'une précision de un dixième de millivolt.

Déterminer l'incertitude $\Delta\theta$ obtenue sur la valeur de la température au voisinage de 200°C et au voisinage de 1600°C . Conclure.

4°) On utilise ce thermocouple pour mesurer la température d'une pièce initialement à haute température et introduite dans un bain de sels maintenu à 470°C afin de la refroidir . Le refroidissement suit la loi de Newton.

On rappelle la loi de Newton : $V_\theta = -k(\theta - \theta_A) = \frac{d\theta}{dt}$

Soit après intégration $\theta - \theta_A = (\theta_i - \theta_A) . e^{-kt}$

V_θ = vitesse de refroidissement de la pièce (en $^\circ\text{C} . \text{s}^{-1}$) à la température θ .

k = coefficient (en s^{-1}) qui tient compte de la forme, de la masse et de la nature de la pièce.

θ_A = température (en $^\circ\text{C}$) du bain de sels.

θ_i = température initiale (en $^\circ\text{C}$) de la pièce avant d'être refroidie.

t = durée du refroidissement (en s) pour que la température de la pièce passe de θ_i à θ .

4.1. Calculer le coefficient k , sachant que la pièce portée à 920°C atteint 820°C en 29s.

Calculer $|V_{700}|$, la valeur absolue de la vitesse de refroidissement à 700°C .

2^{ème} PARTIE

SOLUTION ACQUEUSE D'ACIDE FAIBLE

On dissout un acide faible HA dans l'eau pure. La concentration de la solution obtenue est notée c ; elle est exprimée en mol.L^{-1} .

- 1°) Rappeler la définition d'un couple acide-base puis écrire l'équation bilan de la réaction de dissociation de l'acide faible AH dans l'eau.
- 2°) Le coefficient de dissociation α de cet acide est égal au rapport du nombre de molécules dissociées au nombre de molécules initialement introduites dans la solution. Quelles sont les valeurs limites de α ?
- 3°) La constante d'équilibre K_a (encore appelée constante d'acidité) de l'acide faible AH en solution aqueuse suffisamment diluée est donnée par la relation suivante :

$$K_a = \frac{[A^-].[H_3O^+]}{[HA]}$$

où $[A^-]$, $[H_3O^+]$ et $[AH]$ sont les concentrations molaires des espèces chimiques A^- , H_3O^+ et AH présentes dans la solution en équilibre.

- 3.1. Exprimer K_a en fonction de c et de α .
 - 3.2. On se place dans le cas particulier où α est négligeable devant 1. Montrer que α peut alors se mettre sous la forme $\alpha = \frac{k}{\sqrt{c}}$, où k est une constante.
- 4°) La conductivité γ de cette solution étant proportionnelle à sa concentration et au coefficient d'ionisation de l'acide, montrer que lorsque l'on est dans le cadre de l'hypothèse du 3.2 (α négligeable devant 1), la conductivité γ de la solution d'acide s'écrit $\gamma = k' \cdot \sqrt{c}$, où k' est une constante.
- 5°) On mesure la conductivité de différentes solutions de cet acide.

C (mol.L^{-1})	1,000	0,125	0,020	0,001
γ (unité S.I.)	3,250	1,115	0,458	0,101

- 5.1. Quelle est l'unité S.I. de conductivité ?
- 5.2. Expliquer brièvement le principe de la mesure de la conductivité d'une solution.
- 5.3. L'hypothèse formulée au 3.2 (α négligeable devant 1) étant supposée vérifiée, déterminer la valeur de k' (une méthode graphique peut-être utilisée).