

SOUS-EPREUVE U.4.1. - SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUEES

Partie commune aux options A et B.

Exercice 1 (10 points) Etude d'un capteur de température

On veut étudier un capteur de température, constitué d'une résistance de platine, permettant de connaître la température d'un bain de sels.

A - Capteur à résistance de platine.

1) La capacité thermique massique du platine dépend de la température

$$C_{Pt} = 0,1253 + 2,67 \cdot 10^{-5} \cdot T \text{ en } J \cdot g^{-1} \cdot K^{-1} \text{ avec } T \text{ température en kelvin.}$$

Calculer sa valeur à température ambiante $\theta_a = 25^\circ C$ 2) La capacité thermique μ du capteur vaut $4,5 \text{ J } K^{-1}$ à la température ambiante.

On admet que la capacité thermique du platine ($\mu_{Pt} = m_{Pt} \cdot C_{Pt}$) représente les 2/3 de la valeur de μ , l'émaillage et la gaine l'autre tiers.

a) Quelle est la masse de platine utilisée ?

b) En déduire le volume de platine

Donnée : masse volumique du platine $m_v = 21,45 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$

c) La résistance électrique du platine doit avoir une valeur : $R = 100 \Omega$ à température ambiante Elle est constitué d'un fil cylindrique de diamètre D et de longueur L. Calculer le diamètre D et la longueur L du fil à bobiner

Donnée: Résistivité du platine $\rho = 10,6 \cdot 10^{-8} (1 + 3,90802 \cdot 10^{-3} \cdot T - 5,80197 \cdot 10^{-7} \cdot T^2)$ en $\Omega \cdot m$ avec T température en kelvin.

B - Temps de réponse du capteur.

Le capteur donne une indication sur sa propre température Il doit donc être en équilibre thermique avec le fluide dont on veut connaître la température

1) Les capteurs industriels sont surtout des thermocouples ou des thermomètres à résistance.

Quelle est la grandeur physique associée à la température pour chacun de ces thermomètres ?

2) Le thermomètre a résistance de platine précédent (partie A) est utilisé pour connaître la température du bain de sels supposée constante θ_b .

Cette sonde de température a une forme cylindrique (Rayon : $r = 1,5 \text{ mm}$ et longueur immergée $l = 150 \text{ mm}$) La température initiale du thermomètre est θ_0 . Sa température à la date t, est notée θ .

Le coefficient d'échange thermique entre le bain et le thermomètre est supposé constant et vaut $h = 33,52 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$.

On montre que la loi d'évolution de la température du capteur est de la forme :

$$(\theta - \theta_b) = Ae^{-kt} \text{ avec } k = \frac{h.S}{\mu}$$

S : surface d'échange entre le capteur et le bain (surface latérale du cylindre immergé)
 μ . capacité thermique du capteur.

a) Calculer k et donner son unité

b) On pose $\tau = \frac{1}{k}$ τ s'appelle la constante de temps du capteur.

Calculer et donner l'unité de τ

c) En utilisant les condition initiales, ($t = 0$) , exprimer la constante A en fonction des températures θ_0 et θ_b

d) Exprimer θ , température du capteur, en fonction du temps t, sachant que :

$$\theta_b = 400^\circ\text{C}$$

$$\theta_0 = 25^\circ\text{C}$$

Calculer θ , pour les dates suivantes; τ ; 2τ ; 3τ .

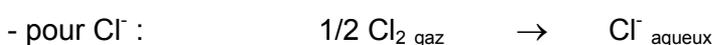
Représenter graphiquement θ en fonction du temps entre 0 et 300 s

Conclusion : Comment doit être la constante de temps τ , pour avoir un bon capteur ?

Exercice 2 (10 points) Dans chaque partie, certaines questions sont indépendantes.

Données :

Enthalpies libres standard de formation à 298 K , en kJ.mol^{-1} ; ces valeurs sont relatives aux transformations ci-dessous.



Espèce chimique	AgCl	Ag^+	Cl^-
$\Delta_f G^\circ_{298}$ (kJ.mol^{-1})	-109,8	+77,1	-131,2

Masses molaires atomiques en g.mol^{-1} :

Ag	Cl	Cr	K	O
108	35,5	52	39	16

Produit de solubilité du chlorure d'argent : $K^{\circ}_1 = 1,75 \cdot 10^{-10}$ à 25°C

Produit de solubilité du chromate d'argent : $K^{\circ}_2 = 1,9 \cdot 10^{-12}$ à 25 °C

$R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

On rappelle la relation $\Delta_r G^{\circ} = -RT \cdot \ln K^{\circ}$

Partie A

Le chlorure d'argent AgCl est un corps solide qui se dissout faiblement dans l'eau en donnant des ions Ag^+ et des ions Cl^- .

- 1) Ecrire la réaction de dissociation de AgCl dans l'eau.
- 2) En utilisant les données fournies, calculer l'enthalpie libre standard $\Delta_r G^{\circ}$ de cette réaction à 25 °C .
- 3) Le produit de solubilité K°_1 du chlorure d'argent, s'écrit $K^{\circ}_1 = [\text{Ag}^+][\text{Cl}^-]$
Le produit de solubilité est la constante de l'équilibre de dissociation de AgCl ; il peut être calculé à partir de l'enthalpie libre standard. Retrouver la valeur de K°_1 à 25 °C qui figure dans les données.
- 4) Calculer la solubilité du chlorure d'argent dans l'eau pure à 25 °C, en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ et $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$.

Partie B

On dissout 1,94 g de chromate de potassium K_2CrO_4 et 7,45 g de chlorure de potassium KCl pour réaliser 1,00 L de solution.

- 1) Dans la solution, ces sels sont totalement dissociés en ions. Calculer les concentrations (exprimées en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$) des ions Cl^- , des ions CrO_4^{2-} et des ions K^+ .
- 2) On ajoute progressivement une solution de nitrate d'argent. Cette solution est très concentrée, si bien qu'on peut négliger la variation de volume. On s'attend à voir précipiter deux corps :
 - le chlorure d'argent AgCl,
 - le chromate d'argent Ag_2CrO_4 .
 - a) Pour quelle concentration C_1 en Ag^+ observera-t-on la précipitation de AgCl ?
 - b) Pour quelle concentration C_2 en Ag^+ observera-t-on la précipitation de Ag_2CrO_4 ?
 - c) Conclusion : lequel des deux précipitera le premier
- 3) Dédurre de la réponse à la question 2-b) quelle sera la concentration en Cl^- lorsque Ag_2CrO_4 commencera à précipiter.
- 4) En s'appuyant sur ce qui précède, expliquer en quelques lignes la méthode de dosage des ions Cl^- par les ions Ag^+ en présence d'ions CrO_4^{2-} (le précipité de AgCl est blanc, celui de Ag_2CrO_4 est rouge).