

Devoir Maison n° 3**Electrocinétique et Chimie**

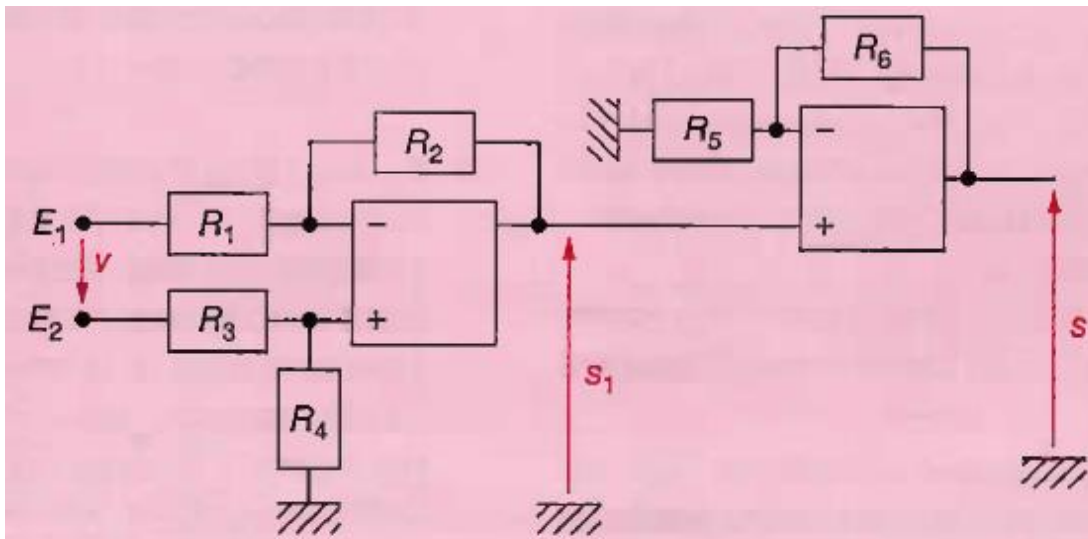
A rendre pour le lundi 16 décembre

Exercice n°1 : Sonde thermométrique

Un thermocouple est constitué de deux fils métalliques de natures différentes  $E_1$  et  $E_2$ . On maintient une des deux électrodes à une température fixe,  $0^\circ\text{C}$  par exemple, et en chauffant l'autre électrode à la température  $T$ , une tension  $v$  apparaît entre les deux électrodes. Cette tension est une fonction affine de la température  $T$ .

$V_1$  et  $V_2$  sont les potentiels respectifs de  $E_1$  et  $E_2$ .

Une chaîne de mesure est alors utilisée pour générer un signal proportionnel à  $v$ .



Le dispositif utilise deux circuits intégrés appelés amplificateurs opérationnels, dont on admettra les propriétés suivantes, correspondant à un fonctionnement linéaire idéal :

- les potentiels des entrées - et + sont identiques :  $V_+ = V_-$
- les intensités des courants entrant par ces entrées sont nulles
- un courant d'intensité  $I_s$  est délivré par le circuit en sortie, sa valeur  $s$  s'ajuste de manière à assurer l'égalité  $V_+ = V_-$

- 1) Exprimer le potentiel  $V_+$  du premier amplificateur en fonction de  $V_2$ ,  $R_3$  et  $R_4$ .
- 2) En utilisant un pont diviseur de tension, exprimer la tension de sortie  $s_1$  du premier amplificateur en fonction de  $V_1$ ,  $V_2$  et des résistances.
- 3) Quelle relation doivent vérifier les résistances  $R_1$  à  $R_4$  pour que  $s_1$  soit proportionnel à  $v$  ? On choisit  $R_1 = R_3 = 1\text{ k}\Omega$ , calculer  $R_2$  et  $R_4$  si l'on désire, en sortie du premier circuit intégré, observer une tension  $s_1 = 100\text{ v}$ .
- 4) La gamme de valeurs de  $v$  mesurables est  $[0, 5\text{ mV}]$ , on désire générer une tension de sortie  $s$  de valeur maximale égale à  $5\text{V}$ .  
Exprimer  $s$  en fonction de  $s_1$  et en déduire le rapport  $R_6/R_5$  requis.

**Exercice n°2 : Alliages du cuivre**

Le cuivre peut être utilisé pur, notamment pour ses propriétés conductrices, ou bien en alliage, tel que le laiton (alliage cuivre-zinc) et le bronze (alliage cuivre-étain).

Un alliage métallique résulte de l'incorporation à un métal d'un ou plusieurs éléments. On distingue :

- Les alliages d'insertion dans lesquels les atomes étrangers s'insèrent dans des sites cristallins.
- Les alliages de substitution dans lesquels les atomes se substituent à des atomes de la structure cristalline.

Données :

Masse volumique du cuivre pur :  $\rho_{Cu} = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$  ;

Masses molaires :  $M_{Cu} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M_{Ag} = 108 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;  $M_{Zn} = 65,4 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$  ;

Rayons métalliques :  $R_{Cu} = 128 \text{ pm}$  ;  $R_{Ag} = 144 \text{ pm}$  ;  $R_{Zn} = 134 \text{ pm}$ .

On se place dans le cadre du modèle des sphères dures tangentes.

- 1) Le cuivre pur cristallise dans un réseau cubique faces centrées.
  - a) Représenter la maille.
  - b) Déterminer le nombre d'atomes de cuivre contenus dans la maille.
  - c) Déterminer le paramètre de maille  $a$ .
  - d) Calculer le rayon maximal de l'atome pouvant s'insérer dans la maille. En déduire que le laiton et le bronze sont des alliages par substitution.
  
- 2) L'alliage Cu-Ag est utilisé pour augmenter la résistance à la température du matériau. Dans cette structure, les atomes d'argent remplacent les atomes de cuivre aux sommets de la maille CFC.
  - a) Faire un schéma de la maille. Quelle est la stœchiométrie de l'alliage ?
  - b) Déterminer le nouveau paramètre de maille  $a'$  ainsi que la masse volumique de l'alliage. Commenter.
  
- 3) Le laiton, alliage Cu-Zn, est l'alliage le plus fabriqué. Il permet d'augmenter la résistance mécanique et la dureté du cuivre, mais diminue la densité et la conductivité thermique. La structure du laiton peut être décrite par un réseau cubique hôte d'atomes de cuivre avec un atome de zinc au centre du cube.
  - a) Faire un schéma de la maille. Quelle est la stœchiométrie de l'alliage ?
  - b) Déterminer le nouveau paramètre de maille  $a''$  ainsi que la masse volumique de l'alliage.