

DM3 : Chimie et Électricité

Le travail en groupe est fortement encouragé, vous rendrez une copie par groupe de 3. Attention, tous les membres du groupe doivent avoir fait tout le DM ! Il ne s'agit pas de partager le travail.

Exercice 1 : GRILLAGE DE LA GALÈNE

La galène est le principal minerai de plomb. Elle est constituée essentiellement de sulfure de plomb, espèce chimique de formule PbS et de masse molaire $M = 239,3 \text{ g mol}^{-1}$.

Lors du traitement du minerai dans le but d'obtenir du plomb, on procède tout d'abord à une opération appelée grillage, dont l'équation de réaction est donnée ci-dessous :



Cette opération est réalisée à 700°C , température à laquelle la constante d'équilibre de la réaction a pour valeur $K = 3,0 \times 10^{46}$.

- Rappeler les règles de conservation que doivent respecter les nombres stœchiométriques dans l'équation symbolisant une réaction chimique, et donner les valeurs de α , β et γ .

Dans une enceinte de volume initial $V_0 = 1,00 \text{ m}^3$, on introduit une masse $m_0 = 100 \text{ g}$ de galène PbS , ainsi que de l'air sous pression standard p^0 et à température de $T = 700^\circ\text{C}$.

Grâce à une paroi coulissante, la pression est maintenue constante dans l'enceinte pendant toute la transformation. Grâce à un thermostat, la température est maintenue constante.

- Déterminer les quantités de matière apportées de galène, de dioxygène et de diazote dans le système initial : $n_{\text{PbS},0}$ et $n_{\text{O}_2,0}$ et $n_{\text{N}_2,0}$.
- Montrer que le système précédent n'est pas initialement à l'équilibre chimique et déterminer son sens d'évolution.
- Déterminer l'état final du système : nombre de phases en présence, quantité de matière de solide(s), pressions partielles dans la phase gazeuse.
- Quelle masse maximale de galène m'_0 peut-on espérer convertir en oxyde de plomb dans ces conditions ? En excès de galène, quelle sera la pression partielle résiduelle en dioxygène gazeux ?

DONNÉES :

- La pression standard est $p^0 = 1 \text{ bar}$.
- Les gaz sont considérés comme parfaits.
- La constante des gaz parfaits vaut : $R = 8,314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$.
- L'air pourra être modélisé comme un mélange de dioxygène et de diazote, de fractions molaires respectives $x_{\text{O}_2} = 0,20$ et $x_{\text{N}_2} = 0,80$.

Exercice 2 : CIRCUIT RC ET RLC

On considère le circuit de la figure 1, dans lequel la tension E est délivrée par un générateur de tension continue. La bobine et le condensateur sont idéaux.

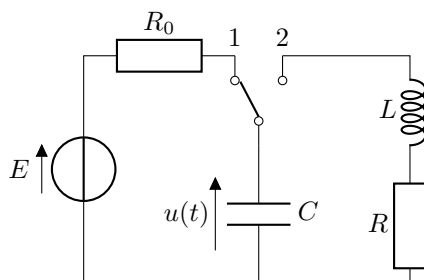


FIGURE 1 – Schéma du circuit étudié.

- Initialement l'interrupteur est en position 2 depuis un temps très longtemps. En déduire que le condensateur est déchargé.

À $t = 0$, l'interrupteur est basculé en position 1. L'alimentation délivre une tension continue E . On note $u(t)$ la tension aux bornes du condensateur.

2. Déterminer la condition initiale $u(t = 0^+)$.
3. Déterminer l'équation différentielle pour la tension $u(t)$ pour $t > 0$ et en déduire le temps caractéristique τ qu'on déterminera en fonction des caractéristiques du circuit.
4. En déduire l'expression de $u(t)$ pour $t > 0$.
5. Tracer $u(t)$ pour $t > 0$ et indiquer notamment sur la courbe le temps caractéristique τ .

On suppose maintenant que l'interrupteur est initialement en position 1 et que le régime permanent est atteint. À $t = 0$, l'interrupteur est basculé en position 2. On note toujours $u(t)$ la tension aux bornes du condensateur.

6. Déterminer les conditions initiales $u(t = 0^+)$ et $\frac{du}{dt}(t = 0^+)$.
7. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$. La forme finale sera la forme canonique avec ω_0 et Q . On précisera les expressions de ω_0 et Q en fonction des caractéristiques du circuit.
8. On suppose qu'on est en régime pseudo-périodique.
 - (a) Donner, en justifiant, la condition sur le facteur de qualité Q pour l'établissement d'un régime pseudo-périodique.
 - (b) En déduire l'expression de $u(t)$ en fonction de ω_0 , Q , de deux constantes d'intégration (que l'on ne détermine pas pour l'instant) et de la pseudo-pulsation Ω , dont l'expression sera déterminée en fonction de ω_0 et Q .
 - (c) Déterminer l'expression de la pseudo-période T en fonction de ω_0 et Q .
 - (d) Déterminer les constantes d'intégration en fonction de E et Q . En déduire l'expression complète de $u(t)$.
9. Tracer $u(t)$ pour $Q = 5$ en prenant une valeur arbitraire de la pseudo-période T , qu'on fera figurer explicitement sur le graphe.
10. Donner les énergies initiale $E_{C,i}$ et finale $E_{C,f}$ du condensateur.
11. Donner les énergies initiale $E_{L,i}$ et finale $E_{L,f}$ de la bobine.
12. Faire un bilan de puissance. En déduire l'énergie E_R dissipée dans la résistance R entre $t = 0$ et $t \rightarrow \infty$.