

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.

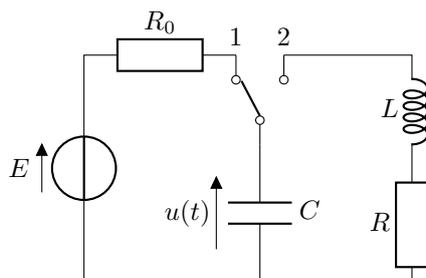


FIGURE 1 – Schéma du circuit étudié.

- 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 $t \rightarrow \infty$.