

DM n°2 – Ondes et signaux – Constitution et transformations de la matière

8 décembre 2023

Durée : libre

I Synthèse industrielle du dihydrogène

Un mode de préparation industrielle du dihydrogène consiste à faire réagir du méthane gazeux avec de la vapeur d'eau pour obtenir du monoxyde de carbone et du dihydrogène. La réaction se déroule sous une pression totale constante $p = 10$ bar. La température du système demeure constante et telle que la constante d'équilibre est $K^\circ = 15$.

1. Écrire l'équation-bilan de cette réaction.
2. Exprimer la constante d'équilibre en fonction des pressions partielles des constituants à l'équilibre et de $p^\circ = 1$ bar.
3. Démontrer la relation liant, pour un gaz i , sa pression partielle p_i , sa quantité de matière n_i , la quantité de matière totale de gaz n_t et la pression totale p .

Initialement, le système contient 10 mol de méthane, 30 mol d'eau, 5 mol de monoxyde de carbone et 15 mol de dihydrogène.

4. Construire le tableau d'avancement relatif à cette réaction, qui contiendra une ligne pour l'état initial et une ligne pour l'état courant. On ajoutera une colonne qui contient la quantité de matière totale de gaz.
5. Exprimer le quotient de réaction Q_r en fonction des quantités de matière initiales des constituants, de la pression totale p , de p° et de l'avancement ξ .
6. Calculer le quotient de réaction dans l'état initial.
7. Dans quel sens se produira la réaction ?
8. Donner, **sans la résoudre**, l'équation permettant de déterminer l'avancement à l'équilibre ξ_{eq} .

Dans un nouvel état initial, le système ne contient que 10 mol de méthane et 10 mol d'eau. La pression totale reste égale à 10 bar.

9. Déterminer l'avancement à l'équilibre.
10. En déduire la composition du système à l'équilibre.
11. Le système a atteint l'équilibre. On ajoute alors, sans changer la température ni la pression, une mole de monoxyde de carbone. Que se passe-t-il ?
12. Dans quel sens aurait évolué le système si, au lieu d'ajouter du monoxyde de carbone, on avait diminué la pression du système ?

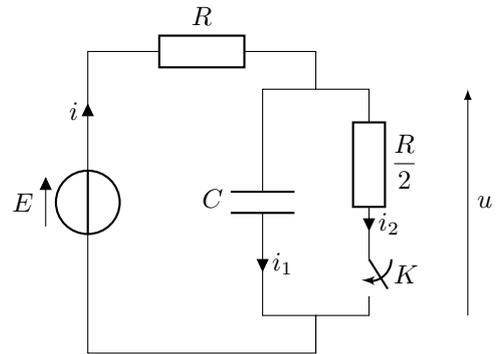
II Circuit RC

On étudie le circuit ci-contre. L'interrupteur K est ouvert depuis très longtemps, et le régime permanent est atteint.

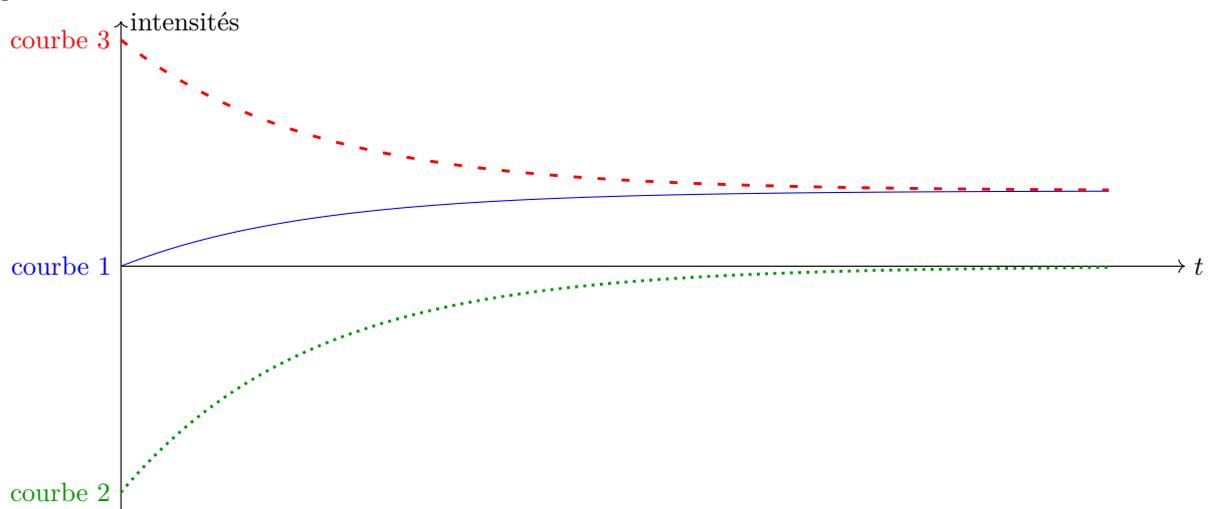
À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur.

On s'intéresse à l'évolution temporelle des différentes grandeurs électriques dans le circuit après la fermeture de l'interrupteur K .

Le circuit est alimenté par un générateur idéal de tension de force électromotrice $E > 0$.



1. Représenter le circuit pour les instants $t < 0$ (l'interrupteur K étant ouvert depuis très longtemps). Déterminer à l'instant $t = 0^-$, c'est-à-dire juste avant la fermeture de l'interrupteur, les valeurs de i_1 et i_2 , puis i , et enfin u (on vérifiera que $u(0^-) \neq 0$).
2. En déduire, à l'instant $t = 0^+$ (juste après la fermeture de l'interrupteur), les valeurs de u , puis i et i_2 , et enfin i_1 .
3. Déterminer les valeurs de u , i_1 , i_2 et i au bout d'un temps très long après la fermeture de l'interrupteur.
4. On fournit les courbes d'évolution des intensités. Relier, en justifiant, chaque courbe à l'intensité correspondante.



5. Établir l'équation différentielle vérifiée par u . L'écrire sous forme canonique et en déduire la constante de temps τ caractéristique de l'évolution de u en fonction de R et C .
6. La résoudre complètement et donner l'expression de $u(t)$.
7. Représenter l'allure de l'évolution de $u(t)$. Repérer τ sur ce graphique.
8. En déduire les expressions de $i_2(t)$, $i_1(t)$ et $i(t)$.
9. Exprimer l'énergie fournie par le condensateur au reste du circuit au cours du régime transitoire.