

TD4 : Lois de l'électrocinétique - corrigé

Exercice 1 : Charge d'une batterie

1. La quantité totale d'électricité qui circule dans les fils lors de la charge vaut

$$Q = I\Delta t = 1,4 \cdot 10^4 \text{ C} = 4,0 \cdot 10^3 \text{ mAh}.$$

2. Le nombre d'électrons vaut $N = \frac{Q}{e} = 9,0 \cdot 10^{22}$.

3. L'énergie dépensée pour recharger la batterie vaut $\mathcal{E} = UI\Delta t = 1,7 \cdot 10^5 \text{ J} = 48 \text{ Wh}$.

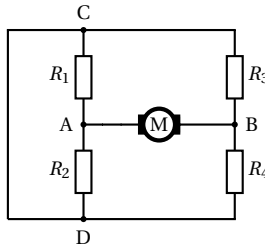
Exercice 2 : Vitesse des porteurs

La vitesse moyenne des porteurs de charge est liée à l'intensité du courant par la relation (admise) :

$$I = neSv \iff v = \frac{I}{neS} = 0,63 \text{ mm} \cdot \text{s}^{-1}$$

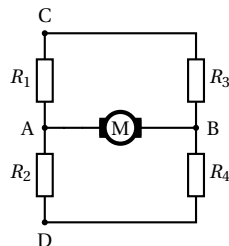
Exercice 3 : Référence des potentiels

2. On trace le schéma équivalent :



Les points C et D ont le même potentiel puisqu'ils sont reliés par un fil. Par conséquent, les résistances R_1 et R_2 partagent les mêmes bornes (A d'un côté et $C \equiv D$ de l'autre), elles sont en **dérivation**. Même chose pour R_3 et R_4 .

3. On trace le schéma équivalent en éliminant la branche contenant l'interrupteur ouvert :



On constate alors que R_1 et R_3 sont en **série**, R_2 et R_4 également.

★ Exercice 4 : Réseau électrique (1)

1. Par définition : $U_3 = V_{\text{masse}} - V_C \iff V_C = V_{\text{masse}} - U_3 = 2 \text{ V}$.

De même : $U_2 = V_A - V_C \iff V_A = U_2 + V_C = 5 \text{ V}$.

Enfin : $U_1 = V_A - V_B \iff V_B = V_A - U_1 = 1 \text{ V}$.

La tension U_{BC} vaut : $U_{BC} = V_B - V_C = -1 \text{ V}$.

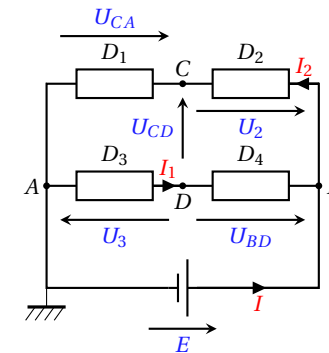
2. La puissance fournie par le générateur vaut $\mathcal{P}_g = EI_1$. Le générateur fournit une puissance positive, or $E > 0$ donc $I_1 > 0$.

3. La puissance reçue par le resistor branché entre A et B vaut $\mathcal{P}_r = -U_1 I_2$. Elle est positive car un resistor est un récepteur électrique. Puisque $U_1 > 0$, on en déduit que $I_2 < 0$.

De même, la puissance reçue par le resistor branché entre A et C vaut $\mathcal{P}_r = -U_2 I_3$. Elle est positive et $U_2 > 0$ donc $I_3 < 0$.

★ Exercice 5 : Réseau électrique (2)

1. On représente les différentes tensions sur le schéma :



On applique la loi des mailles à la maille «du bas» : $E + U_3 = U_{BD} \iff U_{BD} = 5 \text{ V}$

puis à la «grande maille» : $E = U_{CA} + U_2 \iff U_{CA} = 9 \text{ V}$

D'après le principe d'additivité des tensions : $U_{CD} = U_3 + U_{CA} \iff U_{CD} = -1 \text{ V}$

2. Pour déterminer la puissance fournie par la pile, il faut d'abord déterminer l'intensité du courant qui circule dans sa branche. On définit l'intensité I choisie arbitrairement en convention générateur (voir schéma). D'après la loi des nœuds : $I + I_1 = I_2 \iff I = 100 \text{ mA}$

La puissance fournie par la pile vaut : $\mathcal{P}_f^{\text{pile}} = EI = 15 \times 0,1 = 1,5 \text{ W}$

TD4 : Lois de l'électrocinétique - corrigé

3. On détermine la puissance reçue par chacun des dipôles :

$$\mathcal{P}_r^1 = U_{CA} I_2 = 1,35 \text{ W} \quad , \quad \mathcal{P}_r^2 = U_2 I_2 = 0,9 \text{ W} \quad , \quad \mathcal{P}_r^3 = U_3 I_1 = -0,5 \text{ W} \quad , \quad \mathcal{P}_r^4 = -U_{BD} I_1 = -0,25 \text{ W}$$

Les dipôles D_1 et D_2 sont **récepteurs** et les dipôles D_3 et D_4 sont **générateurs**.

★ Exercice 6 : Loi des nœuds - puissance

1. Loi des nœuds en A : $i_1 = i_2 + i_5 \iff i_5 = i_1 - i_2 = 1 \text{ A}$.

Loi des nœuds en B : $i_3 = i_8 + i_2 \iff i_8 = i_3 - i_2 = -0,5 \text{ A}$.

Loi des nœuds en C : $i_5 = i_8 + i_6 \iff i_6 = i_5 - i_8 = 1,5 \text{ A}$.

Loi des nœuds en D : $i_3 = i_4 + i_9 \iff i_9 = i_3 - i_4 = -1 \text{ A}$.

Loi des nœuds en E : $i_7 = i_6 + i_9 \iff i_7 = 0,5 \text{ A}$.

2. $\mathcal{P}_2 = i_2 (V_A - V_B) = 4 \text{ W}$. $\mathcal{P}_3 = i_3 (V_B - V_D) = 1 \text{ W}$. $\mathcal{P}_4 = i_4 (V_D - V_F) = 4,5 \text{ W}$.

$\mathcal{P}_5 = i_5 (V_A - V_C) = 2 \text{ W}$. $\mathcal{P}_6 = i_6 (V_C - V_E) = 7,5 \text{ W}$. $\mathcal{P}_7 = i_7 (V_E - V_F) = 1 \text{ W}$.

$\mathcal{P}_8 = i_8 (V_C - V_B) = -1 \text{ W}$. $\mathcal{P}_9 = i_9 (V_D - V_E) = -1 \text{ W}$.

Les dipôles \mathcal{P}_1 à \mathcal{P}_7 sont **récepteurs**. Les dipôles \mathcal{P}_8 et \mathcal{P}_9 sont **générateurs**.

3. La puissance totale consommée par tous les dipôles vaut $\mathcal{P}_{\text{tot}} = \sum_{i=2}^9 \mathcal{P}_i = 18 \text{ W}$.

On peut vérifier ce résultat par une autre méthode. On peut assimiler l'ensemble des dipôles à un dipôle unique, situé entre les bornes A et F , et parcouru par le courant d'intensité i_1 . Alors, la puissance totale consommée peut s'exprimer sous la forme $\mathcal{P}_{\text{tot}} = i_1 (V_A - V_F) = 18 \text{ W}$. Les deux résultats sont cohérents entre eux.

★★ Exercice 7 : Révisions sur les piles électrochimiques

Dans la solution de sulfate de cuivre, la quantité de matière en ions Cu^{2+} vaut :

$$n(\text{Cu}^{2+}) = [\text{Cu}^{2+}] \times V_2 = 5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$$

D'après les demi-équations électroniques, il y a deux électrons qui circulent dans la pile pour chaque ion Cu^{2+} réduit à l'électrode de cuivre. Par conséquent, la quantité totale d'électrons qui circule dans la pile au cours de sa période de fonctionnement vaut :

$$n(e^-) = 2n(\text{Cu}^{2+}) = 10^{-2} \text{ mol}$$

Chaque mole d'électrons possède, en valeur absolue, une charge égale à \mathcal{F} . La charge électrique totale qui circule dans la pile au cours de sa vie vaut : $Q = \mathcal{F} \times n(e^-)$.

Sachant que la pile débite un courant d'intensité constante I , sa durée de vie vaut :

$$\Delta t = \frac{Q}{I} = 4,8 \times 10^4 \text{ s}$$

soit environ **13 heures**.

L'énergie totale que la pile cède au récepteur vaut :

$$\mathcal{E} = U \times I \times \Delta t = 1,1 \text{ kJ}$$