

Corrigés

Application 1

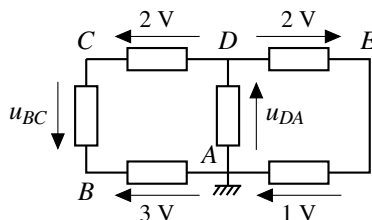
La quantité de charge qui circule dans l'ampoule vaut $Q = I\Delta t = 4,32 \text{ kC}$.

Remarque : L'ampère-heure (Ah) est une unité de charge électrique définie comme la quantité de charge transportée par un courant continu d'intensité 1 A pendant une heure. Par définition : 1 Ah = 3600 C. Dans cette unité la quantité de charge qui circule dans l'ampoule vaut $Q = 0,05 \times 24 = 1,2 \text{ Ah}$.

Application 2

1. La masse est située en A : $V_A = 0$. On utilise les différentes tensions indiquées pour déterminer les autres potentiels.

- $u_{BA} = V_B - V_A \iff V_B = u_{BA} = 3 \text{ V}$;
- $u_{AE} = V_A - V_E \iff V_E = -u_{AE} = -1 \text{ V}$;
- $u_{ED} = V_E - V_D \iff V_D = V_E - u_{ED} = -3 \text{ V}$;
- $u_{CD} = V_C - V_D \iff V_C = V_D + u_{CD} = -1 \text{ V}$.



2. Les tensions u_{BC} et u_{DA} sont indiquées sur le schéma ci-dessus. On les calcule :

$$u_{BC} = V_B - V_C = 4 \text{ V}$$

et

$$u_{DA} = V_D - V_A = -3 \text{ V}$$

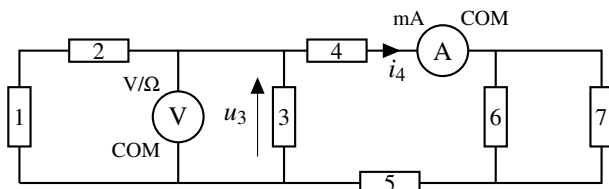
Application 3

1. Le circuit possède **4 nœuds** et **6 branches**.

2. Les dipôles 1 et 2 sont dans la même branche, ils sont branchés en série.

Les dipôles 6 et 7 ont leurs bornes connectées deux à deux, ils sont branchés en dérivation.

3. Pour mesurer u_3 il faut brancher un voltmètre en dérivation avec le dipôle 3, tandis que pour mesurer i_4 il faut brancher un ampèremètre en série avec le dipôle 4. On représente ci-dessous le schéma du montage avec les bornes des multimètres.



Application 4

1. Loi des nœuds en D : $i_1 + i_3 + i_5 = 0 \iff i_3 = -i_1 - i_5 = 200 \text{ mA}$.

Loi des nœuds en A : $i_4 = i_1 + i_3 = 600 \text{ mA}$.

Loi des nœuds en C : $i_7 = i_5 + i_6 = -350 \text{ mA}$.

2. Loi des mailles (maille de gauche) : $u_1 = u_2 + u_3 \iff u_2 = u_1 - u_3 = 5 \text{ V}$.

Loi des mailles (maille centrale) : $u_3 + u_4 + u_5 = u_7 \iff u_5 = u_7 - u_3 - u_4 = -1 \text{ V}$.

Application 5

1. On annote le schéma.

Loi des noeuds en A : $i_2 = i_1 - i_3 = 200 \text{ mA}$.

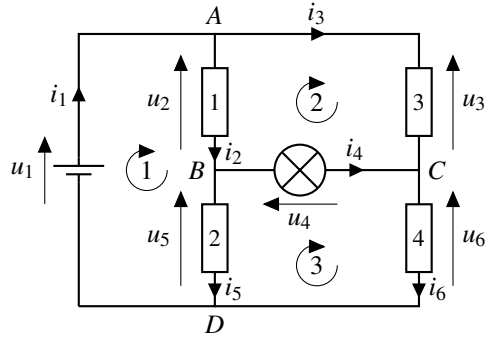
Loi des noeuds en B : $i_5 = i_2 - i_4 = 170 \text{ mA}$.

Loi des noeuds en C : $i_6 = i_3 + i_4 = 130 \text{ mA}$.

Loi des mailles (1) : $u_5 = u_1 - u_2 = 3 \text{ V}$.

Loi des mailles (2) : $u_4 = u_5 - u_6 = 2 \text{ V}$.

Loi des mailles (3) : $u_3 = u_2 + u_4 = 5 \text{ V}$.



On calcule la puissance fournie par la pile : $\mathcal{P}_{\text{pile}}^f = u_1 i_1 = 1,8 \text{ W}$. Elle est positive donc la pile se comporte en générateur. On calcule les puissances reçues par les autres dipôles :

$$\mathcal{P}_1^r = u_2 i_2 = 0,6 \text{ W} ; \quad \mathcal{P}_2^r = u_3 i_3 = 0,5 \text{ W} ; \quad \mathcal{P}_{\text{lampe}}^r = u_4 i_4 = 0,06 \text{ W}$$

$$\mathcal{P}_3^r = u_5 i_5 = 0,51 \text{ W} ; \quad \mathcal{P}_4^r = u_6 i_6 = 0,13 \text{ W}$$

Elles sont toutes positives donc ces dipôles se comportent en récepteurs.

2. La puissance reçue par le seul générateur vaut $\mathcal{P}_{\text{gén}} = 1,8 \text{ W}$. La puissance reçue par l'ensemble des récepteurs vaut : $\mathcal{P}_{\text{rec}} = 0,6 + 0,5 + 0,06 + 0,51 + 0,13 = 1,8 \text{ W}$.

Comme attendu la puissance fournie par le générateur est égale à la puissance reçue par l'ensemble des récepteurs.

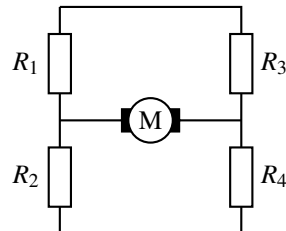
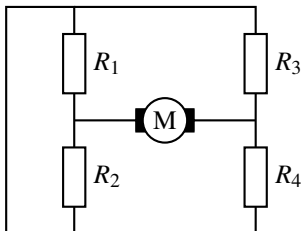
3. On rappelle le facteur de conversion entre joule et kilowatt-heure : $1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$ (énergie correspondant à une puissance de 1 kW sur une durée d'une heure). Le travail électrique fourni par la pile en une année (on arrondit à 365 jours) vaut : $W_{\text{pile}} = u_1 i_1 \Delta t = 15,8 \text{ kWh}$.

Le travail électrique consommé par la lampe vaut : $W_{\text{lampe}} = u_4 i_4 \Delta t = 0,5 \text{ kWh}$.

Exercice 1 : Dipôles en série ou en dérivation

1. Dans ce circuit tous les dipôles sont dans des branches différentes, il n'y a pas d'association en série. Aucun des dipôles ne partagent les mêmes bornes donc il n'y a pas non plus d'association en dérivation.

2. On représente le circuit, suivant que le générateur est remplacé par un court-circuit ou bien un interrupteur ouvert.

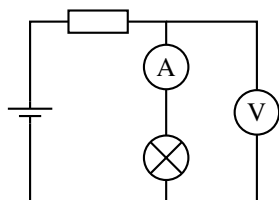


Dans le cas où l'on remplace le générateur par un court-circuit les résistors R_1 et R_2 sont branchés en dérivation (leurs bornes sont connectées deux à deux par des fils). Les résistors R_3 et R_4 sont également en dérivation.

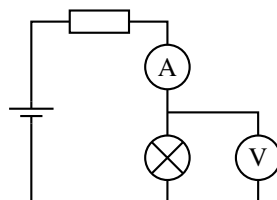
3. Dans le cas où le générateur est remplacé par un interrupteur ouvert les résistors R_1 et R_3 sont en série, les résistors R_2 et R_4 également.

Exercice 2 : Mesurer une puissance électrique

Le problème qui se pose, lorsque l'on veut mesurer simultanément l'intensité qui parcourt la lampe et la tension à ses bornes, est **qu'il est impossible de brancher à la fois l'ampèremètre en série et le voltmètre en dérivation avec la lampe**. On propose deux montages, l'un permettant de mesurer correctement l'intensité et l'autre la tension.



Montage longue dérivation



Montage courte dérivation

Dans le montage longue dérivation l'intensité est correctement mesurée mais pas la tension car le voltmètre n'est pas en dérivation avec la lampe. Dans le montage courte dérivation c'est le contraire : la tension est correctement mesurée mais pas l'intensité car l'ampèremètre n'est pas en série avec la lampe.

Exercice 3 : Réseau électrique (1)

1. On calcule les potentiels à partir des tensions fournies :

- $u_3 = V_{\text{masse}} - V_C \iff V_C = -u_3 = 2 \text{ V}$;
- $u_2 = V_A - V_C \iff V_A = V_C + u_2 = 5 \text{ V}$;
- $u_1 = V_A - V_B \iff V_B = V_A - u_1 = 1 \text{ V}$.

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

2. Le générateur est représenté en convention générateur. La puissance qu'il fournit s'écrit $\mathcal{P}_{\text{gen}}^f = ei_1$. Elle est positive car il fournit de l'énergie au circuit, or la tension e est également positive donc $i_1 > 0$.

3. La puissance reçue par le résistor branché entre les bornes A et B vaut $\mathcal{P}_{AB}^r = -u_1 i_2$ (puissance reçue et convention générateur). Elle est positive car le résistor est un récepteur électrique, or la tension u_1 est positive donc $i_2 < 0$.

Un raisonnement similaire pour le résistor branché entre A et C conduit à $i_3 < 0$.

Exercice 4 : Réseau électrique (2)

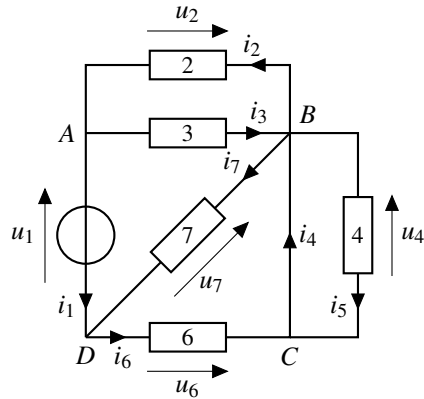
1. On observe tout d'abord que le résistor 4 est court-circuité : $u_4 = 0$. On reconnaît également que les résistors 6 et 7 sont branchés en **dérivation**, donc $u_7 = u_6 = 9 \text{ V}$. On calcule u_2 avec la loi des mailles : $u_2 = u_6 - u_1 = -8 \text{ V}$.

2. On calcule i_3 à partir de la puissance fournie. Le résistor 3 est représenté en convention générateur donc :

$$\mathcal{P}_3^r = -u_2 i_3 \iff i_3 = -\frac{\mathcal{P}_3^r}{u_2} = 200 \text{ mA}$$

On détermine les autres intensités avec la loi des nœuds.

- en A : $i_1 = i_2 - i_3 = -300 \text{ mA}$;
- en B : $i_5 = i_3 + i_4 - i_7 - i_2 = 0$;
- en C : $i_6 = i_4 = -225 \text{ mA}$.



3. La puissance fournie par le générateur vaut $\mathcal{P}_{\text{gen}}^f = -u_1 i_1 = 5,1 \text{ W}$.

4. On calcule les puissances reçues par les différents résistors :

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_2^r &= u_2 i_2 = 0,8 \text{ W} ; & \mathcal{P}_3^r &= 1,6 \text{ W (énoncé)} ; & \mathcal{P}_4^r &= u_4 i_5 = 0 \\ \mathcal{P}_6^r &= -u_6 i_6 = 2,025 \text{ W} ; & \mathcal{P}_7^r &= u_7 i_7 = 0,675 \text{ W} \end{aligned}$$

La puissance consommée par ces résistors vaut $\mathcal{P}_{\text{tot}}^r = 0,8 + 1,6 + 2,025 + 0,675 = 5,1 \text{ W}$. Comme attendu elle est égale à la puissance fournie par le générateur.

Exercice 5 : Charge d'une batterie

1. D'après la loi d'additivité des tensions il faut placer les cellules **en série** pour que les tensions s'additionnent. La tension délivrée par une seule cellule vaut $u = 10,8/6 = 1,8 \text{ V}$.

2. Le temps de décharge est égal à $\Delta t = \frac{Q}{I} = \frac{5,2}{0,65} = 8 \text{ h}$.

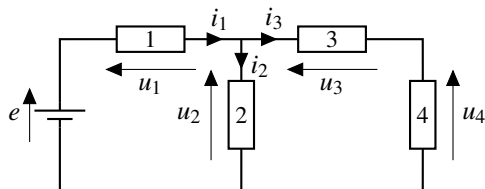
3. La capacité de la batterie vérifie $Q = I\Delta t$ tandis que le travail électrique maximal fourni est tel que $W = UI\Delta t$, où I est l'intensité moyenne débitée. À partir de ces deux relations on conclut que : $W = QU$.

À partir des données on trouve $W = 5,2 \times 10,8 = 56 \text{ Wh}$. **Les valeurs sont bien cohérentes.**

Exercice 6 : Bilan de puissance électrique

On annote le schéma du circuit. On écrit une première loi des mailles : $e = u_1 + u_2$, que l'on multiplie par i_1 de manière à obtenir une relation entre puissances électriques :

$$ei_1 = u_1 i_1 + u_2 i_1$$



On applique la loi des nœuds : $i_1 = i_2 + i_3$ et on l'injecte dans l'équation précédente :

$$ei_1 = u_1 i_1 + u_2 i_2 + u_2 i_3$$

On applique une deuxième loi des mailles : $u_2 = u_3 + u_4$. On aboutit alors à :

$$ei_1 = u_1 i_1 + u_2 i_2 + u_3 i_3 + u_4 i_3$$

La puissance fournie par la pile est égale à la puissance consommée par les autres dipôles.