TD Ec1 : NOTIONS DE BASE EN ELECTROCINETIQUE

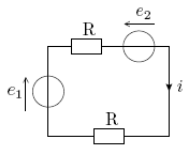
Applications directes du cours

1. Un fil cylindrique en cuivre de section $s = 1{,}0\text{mm}^2$, est parcouru par un courant continu d'intensité $I = 1{,}0\text{A}$. Dans le cuivre, chaque atome libère en moyenne un électron qui participe à la conduction électrique.
   a. Exprimer puis calculer le nombre N d'électrons de conduction qui traversent une section du fil par unité de temps.
   b. Quelle est la valeur du volume V de cuivre contenant ces N électrons de conduction ?
   c. En déduire leur vitesse moyenne v.

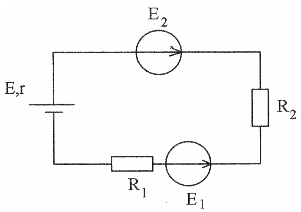
Données : $\mu(Cu) = 8{,}95.10^3\text{kg.m}^{-3}$; $M(Cu) = 63{,}6\text{g.mol}^{-1}$; $N_A = 6{,}02.10^{23}\text{mol}^{-1}$; $e = 1{,}6.10^{-19}\text{C}$.

2. On considère un fil cylindrique en cuivre de diamètre d, de longueur l et d'extrémités A et B. Dans le cuivre, en moyenne, un électron est libéré par atome. Ce fil est soumis à une différence de potentiel $U_{AB} = 0{,}2\text{V}$.
   a. Que vaut résistance R du fil ? En déduire l'intensité I du courant qui le parcourt.
   b. Quel est, par unité de volume de ce fil, le nombre d'électrons de conduction ?
   c. En déduire leur vitesse moyenne.

Données : $l = 20\text{cm}$; $d = 0{,}2\text{mm}$; $\gamma = 5{,}98.10^7\text{S.m}^{-1}$; $\mu(Cu) = 8{,}95.10^3\text{kg.m}^{-3}$;
$M(Cu) = 63{,}6\text{g.mol}^{-1}$; $N_A = 6{,}02.10^{23}\text{mol}^{-1}$; $e = 1{,}6.10^{-19}\text{C}$.

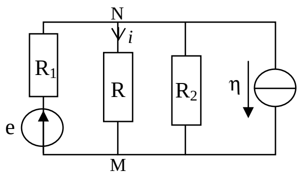


3. Exprimer l'intensité i du courant circulant dans le circuit ci-contre.
   (1 étape intermédiaire)

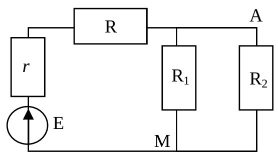


4. On considère le circuit série ci-contre. Déterminer le sens et la valeur de l'intensité parcourant le circuit.

Données : $E = 3V$; $E_1 = 2V$; $E_2 = 1V$; $r = 5\Omega$; $R_1 = 15\Omega$; $R_2 = 60\Omega$



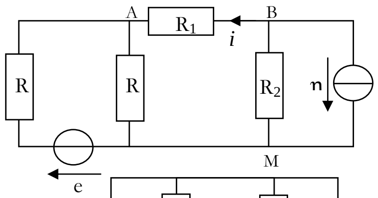
5. Soit le réseau linéaire suivant :
Déterminer i à travers la résistance R en utilisant la loi des noeuds en terme de potentiels.



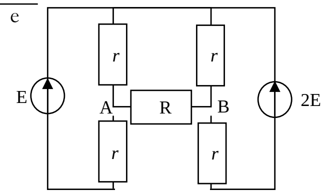
6. Le point M est choisi pour potentiel de référence. Déterminer le potentiel électrique du point A en utilisant deux méthodes différentes : les lois de Kirchhoff et la loi des nœuds en termes de potentiels.

Exercices

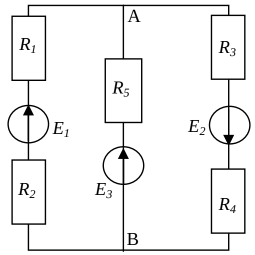
7 : *Conduction électrique et résistance (*)*.
Un morceau de silicium dopé « P », est un morceau de silicium pour lequel on a fortement augmenté la concentration en porteurs de charges mobiles positifs, par injection d'impuretés en cours de fabrication : la concentration à 300K en porteurs de charge mobiles vaut $1{,}0.10^{22}\text{m}^{-3}$ (au lieu de $1{,}5.10^{16}\text{m}^{-3}$). Chaque porteur transporte une charge + e.
Ce morceau de silicium, de diamètre $2{,}0\text{mm}$ et de longueur $l = 1{,}0\text{mm}$, est traversé par un courant électrique d'intensité $I = 50\text{mA}$. Sa résistivité vaut $5{,}0.10^{-3}\Omega\text{.m}$.
1. Calculer la résistance du morceau de silicium.
2. Calculer la vitesse moyenne des porteurs de charges.
3. Calculer la tension appliquée entre les extrémités du morceau de silicium.



8 : *Etude d'un réseau linéaire. (**)*
Soit le réseau linéaire ci-contre :
Déterminer i à travers la résistance R_1 en utilisant la loi des noeuds en terme de potentiels.



9 : *Calcul d'intensités (**)*.
1. En utilisant les lois de Kirchhoff, déterminer l'intensité du courant dans la branche AB du circuit suivant.
2. Retrouver ce résultat en utilisant la loi des nœuds en termes de potentiels.



10 : *Calcul d'intensités (***)*.
1. En utilisant les lois de Kirchhoff, déterminer l'intensité des courants circulant dans les différentes branches du circuit suivant.
2. Retrouver ce résultat en utilisant la loi des nœuds en termes de potentiels.

Réponses ou éléments de réponse :

1. a. $N = \dfrac{I\Delta t}{e}$: $N = 6{,}25.10^{18}$. b. $V = \dfrac{M(Cu)N}{\mu(Cu)N_A}$: $V = 7{,}38.10^{-11}\text{m}^3$. c. $v = \dfrac{V}{s\Delta t}$. : $v = 7{,}38.10^{-5}\text{m.s}^{-1}$.

2. a. $R = \dfrac{l}{\gamma S}$: $R = 0{,}106\Omega$; $I_{A\to B} = \dfrac{U_{AB}}{R}$: $I_{A\to B} = 1{,}88\text{A}$. b. $n = \dfrac{\mu(Cu)N_A}{M(Cu)}$: $n = 8{,}47.10^{28}\text{m}^{-3}$.
   c. $v = \dfrac{4I}{\pi d^2 ne}$: $v = 4{,}41.10^{-3}\text{m.s}^{-1}$.

3. $i = \dfrac{e_1 - e_2}{2R}$.

4. $i = \dfrac{E + E_2 - E_1}{r + R_1 + R_2}$: $i = 2{,}50.10^{-2}$ A .

5. $i = \dfrac{R_2 e - R_1 R_2 \eta}{RR_1 + R_1R_2 + R_2R}$.

6. $V_A = \dfrac{R_1R_2E}{R_1R_2 + (R+r)(R_1+R_2)}$.

7 : 1. $R = \dfrac{\rho l}{S} : R = 1{,}59\Omega$. b. $v = \dfrac{I}{Sne}$: $v = 9{,}95\text{m.s}^{-1}$. c. $U = RI$: $U = 0{,}0795\text{V}$.

8 : $i = -\dfrac{e + 2R_2\eta}{2(R_1+R_2)+R}$.

9 : $I_{A\to B} = \dfrac{E}{2(R+r)}$.

10 : $I_{\mathrm{E}_1,B\to A} = \dfrac{R_5(E_1+E_2)+(R_3+R_4)(E_1-E_3)}{R_5(R_1+R_2)+(R_3+R_4)(R_1+R_2+R_5)}$; $I_{\mathrm{E}_2,A\to B} = \dfrac{R_5(E_1+E_2)+(R_1+R_2)(E_2+E_3)}{R_5(R_3+R_4)+(R_1+R_2)(R_3+R_4+R_5)}$;
$I_{\mathrm{E}_3,A\to B} = I_{\mathrm{E}_1,B\to A} - I_{\mathrm{E}_2,A\to B}$.