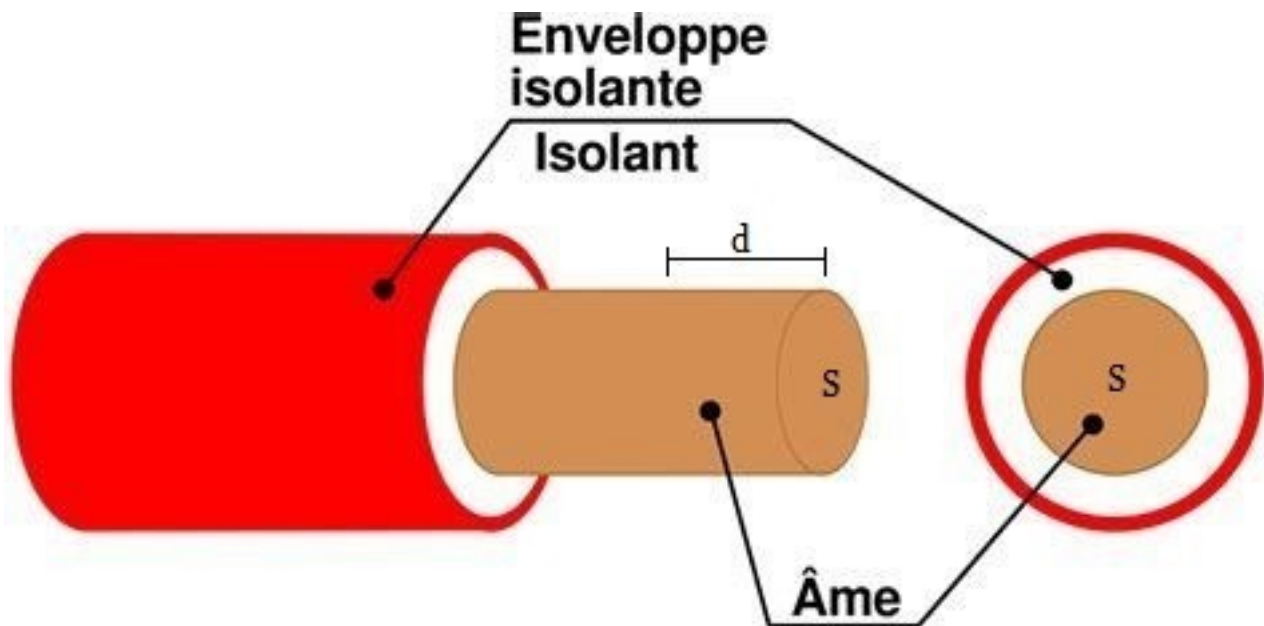


### 1. Vitesse moyenne des électrons dans un conducteur filiforme



Dans tout l'exercice, on travaillera **littéralement**, en utilisant et en remplaçant le résultat obtenu dans l'expression obtenue à la question précédente – le but est d'obtenir à la fin l'expression de la vitesse moyenne des électrons en fonction de l'intensité électrique, de valeurs classiques pour le conducteur électrique, et de caractéristiques du métal cuivre.

On ne fera l'application numérique qu'à la fin (attention aux unités).

- Le conducteur a une section de surface (circulaire)  $S$  : quel est le volume  $V$  du cuivre pour une longueur  $d$  de conducteur ?
- La masse volumique du cuivre est notée  $\mu$  : quelle est la masse de cuivre  $m$  dans ce volume ? (remplacer ensuite : introduire  $S$  et  $d$ )
- La masse molaire atomique du cuivre est notée  $M$  : quelle est la quantité (de matière)  $n$  de cuivre dans  $V$  ?
- Un atome de cuivre libère en moyenne 1 électron de conduction. On note  $N_A$  la constante d'Avogadro : quel est le nombre  $N$  d'électrons de conduction contenus dans  $V$  ?
- La charge fondamentale est  $e$  : quelle est la valeur absolue de la charge qui se déplace, notée  $Q$  ?
- On note  $v$  la vitesse moyenne des électrons et  $d$  est la distance parcourue par les électrons mobiles pendant une certaine durée notée  $\tau$  : quelle est la relation entre ces trois grandeurs ?
- Quel est le lien entre  $I$ , valeur absolue de l'intensité, supposée constante pendant  $\tau$ , et la valeur absolue de la charge  $Q$  ?

En déduire l'expression littérale de  $v$  en fonction de  $S, \mu, M, N_A, e$  et  $I$ .

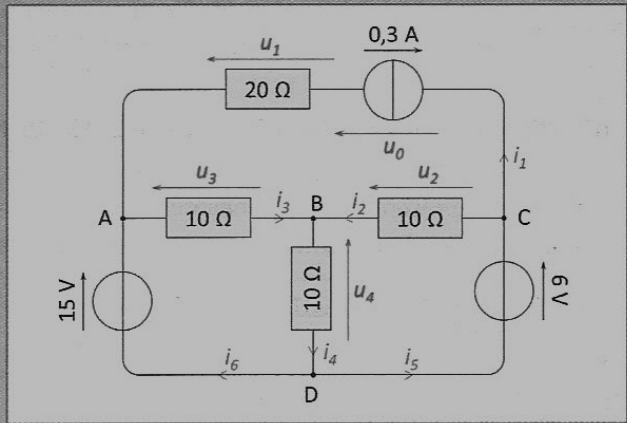
- AN pour  $v$  avec les données suivantes :  $S = 1 \text{ mm}^2$ ,  $\mu = 8960 \text{ kg/m}^3$ ,  $M = 63,5 \text{ g/mol}$ ,  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ ,  $I = 1 \text{ A}$ , et  $e$  dont la valeur doit être connue.

Conclure.

## 2. Mise en œuvre de dipôles linéaires

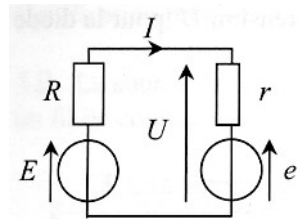
Le circuit ci-contre est exclusivement composé de dipôles linéaires idéaux et fonctionne en régime continu. À l'aide d'un voltmètre et d'un ampèremètre, on mesure  $U_2 = 1 \text{ V}$  et  $I_6 = 1,1 \text{ A}$ .

- Déduire dans l'ordre les intensités  $I_1, I_2, I_3$  et  $I_4$  à partir des deux grandeurs électriques fournies. Déterminer ensuite l'intensité  $I_5$  de deux façons.
- Déterminer les tensions  $U_1, U_3$  et  $U_4$  aux bornes des quatre résistances en utilisant les caractéristiques de ces dipôles. Peut-on déterminer  $U_0$  de la même façon ?
- Vérifiez la loi des mailles sur chacune des mailles du circuit. Déterminer  $U_0$ .
- Calculez la puissance reçue par chaque dipôle. Précisez leurs modes de fonctionnement.



## 3. Charge d'une batterie de voiture

Une batterie de voiture, modélisée par une f.e.m.  $e = 12 \text{ V}$  en série avec une résistance  $r = 0,2 \Omega$ , est déchargée. On la recharge avec un chargeur dont la représentation de Thévenin est ( $E = 13 \text{ V}, R = 0,3 \Omega$ ).



On lit sur la batterie qu'elle a une « capacité » de  $50 \text{ A.h}$ .

- Déterminer le courant  $I$  circulant dans la batterie lors de la charge. Quelle est la convention utilisée ?
- On suppose qu'au cours de la charge, la f.e.m. de la batterie reste constante. À quelle grandeur physique la « capacité » de  $50 \text{ A.h}$  correspond-elle ? Initialement, la batterie est déchargée : sa « capacité » n'est qu'à 10%. Déterminer le temps nécessaire pour une charge complète.

## 4. Modèle de Thévenin d'une source

On étudie une pile de fém  $E = 4,5 \text{ V}$ . On l'utilise pour produire un courant  $I = 0,5 \text{ A}$  : sa tension aux bornes est  $U = 4,2 \text{ V}$ .

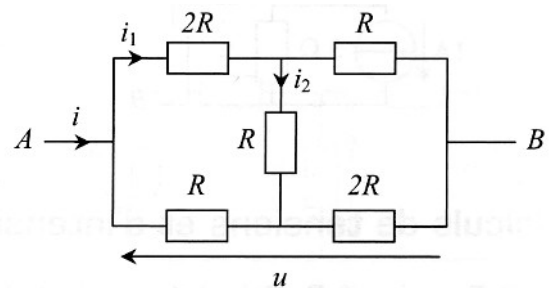
- Quelle est la tension  $U_0$  mesurée en circuit ouvert ?
- En supposant la source linéaire, quelle est sa résistance interne  $r$  ? comparer la puissance Joule en fonctionnement normal ( $0,5 \text{ A}$ ) et en court-circuit. Conclure.

## 5. Résistance équivalente : méthode indirecte

On considère le dipôle AB ci-contre, dont on désire déterminer la résistance équivalente, définie par

$$u_{AB} = R_{eq} i_{AB} = R_{eq} i.$$

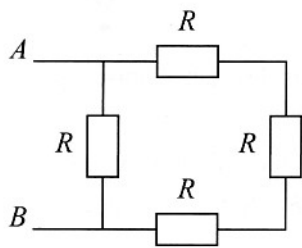
- Justifier que les théorèmes d'association de résistances ne sont pas applicables dans ce problème.
- En utilisant la loi des mailles et des nœuds, obtenir deux relations indépendantes entre les courants  $i_1$  et  $i_2$ , en fonction de  $i$ .
- En déduire l'expression de  $R_{eq}$  en fonction de  $R$  uniquement.



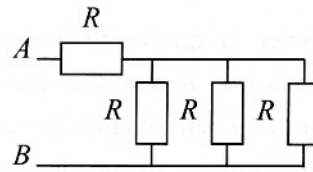
## 6. Résistance équivalente

Toutes les résistances sont identiques de valeur  $R$ . Déterminer la résistance équivalente vue entre les bornes A et B pour les schémas ci-dessous.

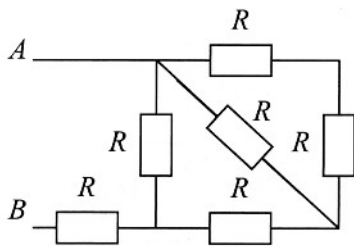
1.



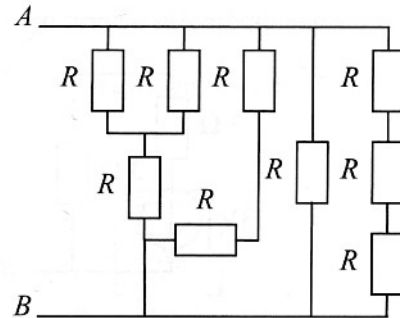
2.



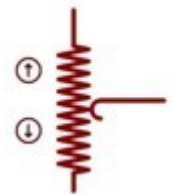
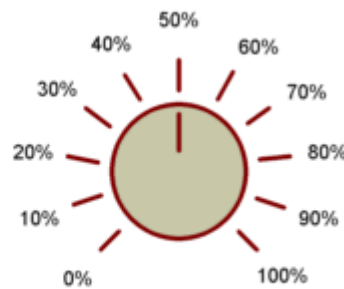
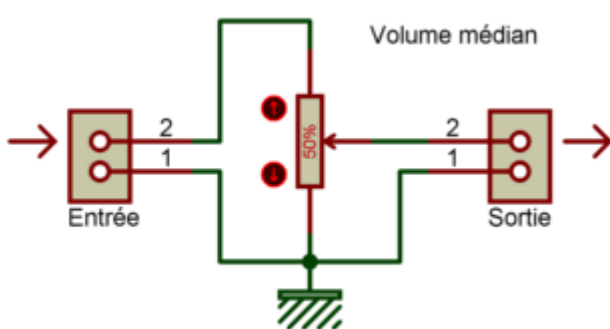
3.



4.



## 7. Potentiomètre



Les boutons de réglages (de volume, etc.) des appareils électriques courants sont souvent réalisés avec des potentiomètres dont le schéma électrique est représenté ci-dessus à gauche :

- à l'entrée du montage, on applique une tension  $e$  (fléchée de 1 vers 2)
- en sortie du montage, on récupère une tension  $s$  (encore fléchée de 1 vers 2)
- au centre du dispositif se trouve un conducteur ohmique  $R$  particulier, possédant 3 connexions.

Entre les bornes du haut et du bas, on a la totalité de la résistance  $R$ .

Entre la borne du bas et la sortie 2, la résistance est de  $xR$ , où  $x$  est le pourcentage souhaité de la résistance totale ( $x=50\%$  sur le schéma).

Naturellement, entre 2 et la borne du haut, on obtient la différence  $(1-x)R$ .

Une implémentation possible de  $R$ , le rhéostat, est représentée sur le schéma de droite : on utilise un contact électrique mobile, sur un fil de grande résistance.

- a) On suppose que la sortie est ouverte = par définition : aucun courant ne sort par 2. Reproduire le schéma du montage, en séparant la résistance en 2 résistances, et en fléchant les tensions.

Sans utiliser les lois de Kirchhoff, mais un meilleur théorème, obtenir l'expression de  $s$  en fonction de  $e$  et de  $x$ , puis en déduire à quoi sert le montage potentiométrique.

- b) On branche en sortie (entre 1 et 2) une résistance de valeur  $R$ .  
La sortie est-elle encore ouverte ? Toujours sans utiliser les lois de base, refaire un schéma pour obtenir la nouvelle expression de  $s$  en fonction de  $e$  et de  $x$ . Simplifier au maximum l'expression.  
En étudiant le dénominateur, comparer avec le a). Quel est le problème posé par ce montage ?

## 8. Adaptation en puissance

On considère un générateur de tension, non idéal, dit de Thévenin, caractérisé par une fém  $E$  et une résistance interne  $r$ . On lui relie directement un conducteur ohmique de résistance  $R$ , réglable.

- Obtenir l'expression de la puissance reçue  $P$  par la résistance  $R$ , en fonction de  $E$ ,  $r$  et  $R$ .
- Étudier la fonction  $P(R)$  ainsi obtenue : pour quelle valeur de  $R$  la puissance reçue est-elle maximale ? Quelle est alors sa valeur ?
- En physique, on définit le rendement  $\eta$  d'une opération comme le rapport de deux grandeurs énergétiques :
  - de l'énergie (ou de la puissance) dite utile : c'est le but de l'opération, donc ici, c'est  $P$  ;
  - sur l'énergie (ou la puissance) payée ou facturée, qui sert à faire l'opération.Calculer numériquement  $\eta$  lorsque le montage est adapté, c'est-à-dire lorsque  $P(R)$  est maximale.

## 9. Théorème du diviseur de courant

On considère 3 conducteurs ohmiques en dérivation, de résistances  $R_1=50\ \Omega$ ,  $R_2=50\ \Omega$ ,  $R_3=100\ \Omega$ .

Dans  $R_3$  circule le courant d'intensité  $I_3=0,10\ \text{A}$ .

- Rappeler sans démonstration le théorème du diviseur de courant.
- En déduire, en appliquant directement le théorème, le courant  $I$  qui alimente l'ensemble des dipôles.
- En raisonnant sur les tensions, sans utiliser ce théorème, trouver le courant  $I_1$  traversant  $R_1$ , puis retrouver la valeur de  $I$ .