

Thème I. Ondes et signaux (Électricité)

TD n°3 Signaux électriques dans l'ARQS

💡 Méthode : Comment travailler des exercices ?

Avant la séance de TD :

- ★ Sur une feuille de brouillon, avec un crayon à la main et le chapitre ouvert sous les yeux.
- ★ Essayer des « trucs » même si cela n'aboutit pas.
- ★ Faire des schémas complets et suffisamment grands.
- ★ Ne rien écrire sur l'énoncé de TD afin de pouvoir refaire les exercices après la correction en classe.
- ★ Réfléchir environ 10 à 15 min sur chaque exercice demandé. Si vous bloquez complètement sur une question/un exercice, passez à la suite au bout de 10 min, et me poser des questions soit directement soit par mail nvalade.pcsi@gmail.com.

Après la séance de TD :

- ★ Refaire les exercices corrigés ensemble, sans regarder le corrigé dans un premier temps.
- ★ Une fois l'exercice terminé ou si vous êtes totalement bloqué, reprendre avec le corrigé.

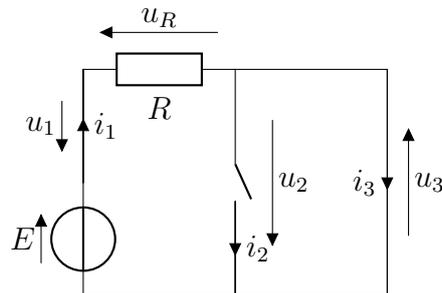
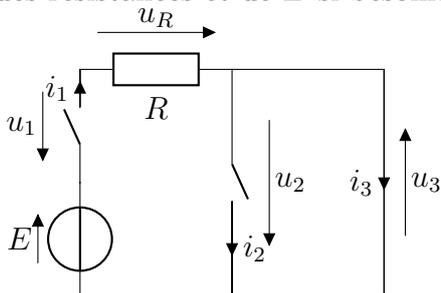
I Exercices d'application directe du cours

Exercice n°1 Tension et intensité

Capacités exigibles :

- ✓ Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.
- ✓ Utiliser la loi des mailles.
- ✓ Utiliser la loi des nœuds.

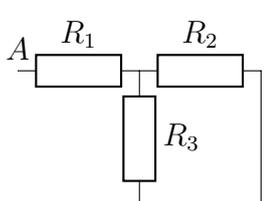
Dans les deux cas ci-dessous, exprimer toutes les tensions et intensités qui apparaissent sur le circuit en fonction des résistances et de E si besoin.



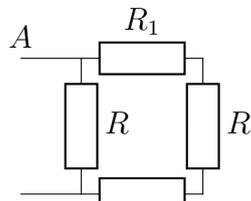
Exercice n°2 Associations de résistances

Capacités exigibles : Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.

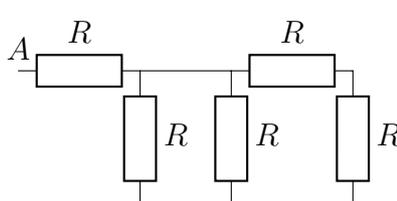
Pour chacun des circuits ci-dessous, indiquer si les différents conducteurs ohmiques sont montés en série, en parallèle, ou ni l'un ni l'autre. Lorsqu'elle existe, calculer la résistance équivalente vue entre les points A et B.



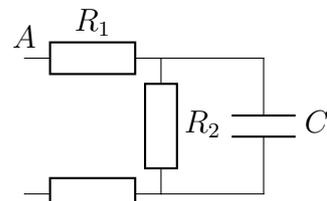
Q1.



Q2.



Q3.



Q4.

Exercice n°3 Modèle de pile

On mesure une tension de 3,0 V aux bornes d'une pile qui débite un courant de 0,10 A. La tension de la même pile tombe à 2,2 V lorsque l'intensité délivrée est de 0,20 A.

On modélise la pile par un générateur de Thévenin.

- Q1. Que valent la résistance interne et la fem à vide ?
Q2. Lorsque la tension est de 3,0 V, calculer la puissance fournie par la pile au reste du circuit, ainsi que la puissance perdue dans la pile par effet Joule.

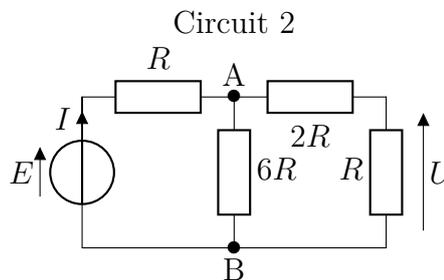
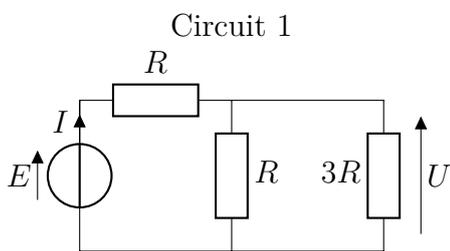
Exercice n°4 Circuits à deux mailles

Capacités exigibles :

- ✓ Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.
- ✓ Exploiter les relations de diviseurs de tension ou de courant.

On étudie les deux circuits ci-dessous. Les études seront menées uniquement avec les ponts diviseurs et les associations de résistances.

Application numérique pour $E = 3,0 \text{ V}$ et $R = 1,5 \text{ k}\Omega$.



- Q1. Dans le circuit 1, exprimer U en fonction de E .
Q2. Dans le circuit 1, exprimer I en fonction de E et R .
Q3. Dans le circuit 2, exprimer la résistance équivalente entre A et B , pour exprimer ensuite U_{AB} en fonction de E .
Q4. Dans le circuit 2, exprimer U en fonction de U_{AB} , puis U en fonction de E .

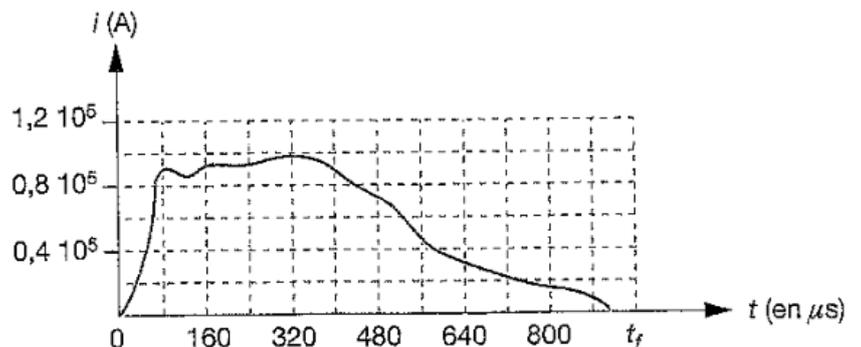
II Exercices d'approfondissement

Exercice n°5 Coup de foudre

Capacités exigibles : Exprimer l'intensité du courant électrique en termes de débit de charge.

La première phase d'un coup de foudre est la formation d'une pré-décharge peu lumineuse appelé traceur qui progresse à travers l'air avec une vitesse relativement faible. Cette pré-décharge prend naissance d'une part au sol (coups de foudre ascendants), d'autre part dans le nuage (coups de foudre descendants). Lorsque les traceurs se rejoignent, il s'établit une liaison conductrice entre le nuage et le sol qui va permettre le passage d'un courant de forte intensité.

La figure ci-contre donne un exemple de l'intensité $i(t)$ d'un coup de foudre, en notant t le temps de décharge. On constate que l'ordre de grandeur de l'intensité maximale est de 100 kA.



- Q1. Déterminer un ordre de grandeur de la charge totale Q mise en jeu lors de ce coup de foudre en utilisant l'interprétation géométrique de l'intégrale $Q = \int_0^{t_f} i(t)dt$.
Q2. En déduire l'intensité moyenne du courant de foudre $i_m = \frac{1}{t_f} \int_0^{t_f} i(t)dt$

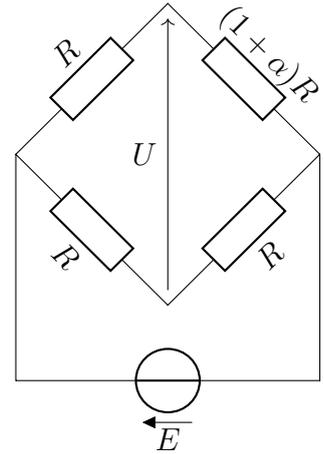
Exercice n°6 Capteur

Capacités exigibles : Exploiter les relations de diviseurs de tension ou de courant.

On considère le montage ci-contre, qui comporte trois résistances identiques, et un capteur équivalent à une résistance $(1 + \alpha) \times R$ avec α un paramètre sans dimension qui varie en fonction de la sortie du capteur.

On mesure la tension U .

Établir l'expression de la tension U en fonction de E et α . On passera par l'application de deux relations du pont diviseur de tension bien choisies.



Exercice n°7 Résistance d'entrée d'un oscilloscope

En régime continu, l'étage électronique d'entrée d'un oscilloscope peut se modéliser par sa seule résistance d'entrée $R_e = 1 \text{ M}\Omega$. On connecte un générateur de résistance interne $r = 50 \Omega$ sur l'entrée de l'oscilloscope.

Quelle erreur relative commet-on en confondant la f.é.m. E du générateur et la tension U mesurée par l'oscilloscope? Conclure.

III Résolution de problèmes

Exercice n°8 Petit-déjeuner

Capacités exigibles :

- ✓ Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.
- ✓ Utiliser la loi des mailles.
- ✓ Utiliser la relation entre l'intensité et la tension pour une résistance.
- ✓ Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.

Peu satisfait.e du petit-déjeuner proposé par le réfectoire du lycée, un.e pensionnaire de l'internat installe dans sa chambre une bouilloire et un grille-pain. Il.elle branche les deux appareils sur une seule multiprise, qui est protégée par un fusible de 10 A. Les puissances consommées respectivement par la bouilloire et le grille pain sont 1300 W et 1100 W.

Peut-il.elle utiliser le grille-pain et la bouilloire en même temps?

Exercice n°9 Lampe de poche

Les anciennes lampes de poches contenaient une pile plate à languette de 4,5 V , 3000 mAh qui alimentait une ampoule à incandescence de 4,5 V , 500 mW.

Estimer l'autonomie de la lampe de poche.

IV Cahier d'entraînement

Prérequis

Lois des nœuds. Loi des mailles. Loi d'Ohm. Montages diviseurs.

Constantes utiles

→ nombre d'Avogadro : $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

→ charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Autour du courant électrique



Entraînement 1.1 — Une bataille de courants.



Lequel de ces trois courants électriques présente la plus forte intensité ?

(a) 5 000 électrons durant 1 ms

(c) 20 milliards d'électrons durant 1 min

(b) 0,2 mol d'électrons durant 1 an

.....



Entraînement 1.2

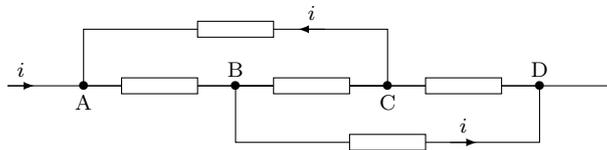


L'intensité du courant traversant un fil de cuivre vaut $I = 4,0 \text{ mA}$.

Combien d'électrons traversent la section du fil pendant 10 s ?



Entraînement 1.3 — Loi des nœuds.



Les courants indiqués sur le schéma ci-dessus sont algébriques.

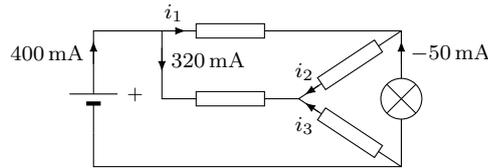
En utilisant la loi des nœuds, déterminer en fonction de i les courants suivants (on note i_{AB} le courant qui va de A vers B, etc) :

a) i_{AB}

b) i_{BC}

c) i_{CD}

A.N. Entraînement 1.4 — Loi des nœuds *bis*.



On considère le circuit électrique représenté ci-dessus.

À partir de la loi des nœuds, calculer l'intensité des courants sans utiliser la calculatrice.

- a) i_1 b) i_2 c) i_3

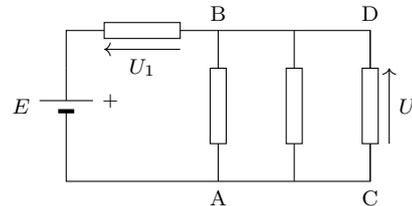
Autour de la tension électrique

Entraînement 1.5 — Loi des mailles.



Un circuit électrique est formé d'une pile de f.é.m E et de quatre dipôles. Certaines tensions sont indiquées.

À partir de la loi des mailles, exprimer en fonction de E et U_1 les tensions suivantes :



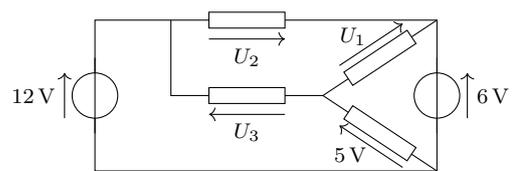
- a) U
- b) $U_{AB} = V(A) - V(B)$
- c) U_{DA}

A.N. Entraînement 1.6 — Calculer une tension.



On considère le circuit électrique formé de deux sources idéales de tension et de quatre dipôles, comme représenté ci-contre.

À partir de la loi des mailles, calculer les tensions :



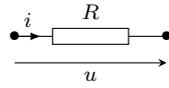
- a) U_1
- b) U_2
- c) U_3

Loi d'Ohm

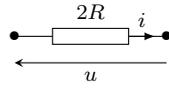
🍏 Entraînement 1.7 — Caractéristiques.



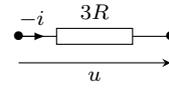
On considère les cas suivants :



Résistance 1



Résistance 2



Résistance 3

Dans chaque cas, exprimer i en fonction de u et R .

a) Résistance 1

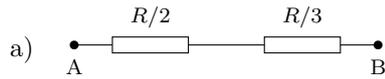
b) Résistance 2

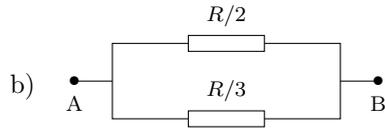
c) Résistance 3

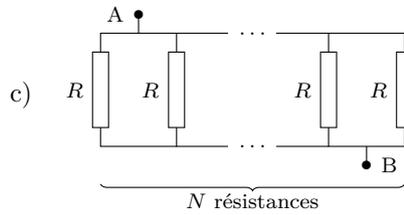
Entraînement 1.8 — Résistances associées.

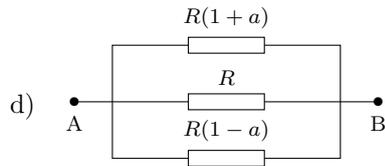


Exprimer la résistance équivalente des dipôles AB suivants :

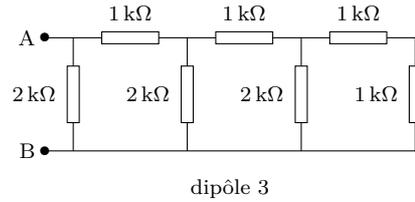
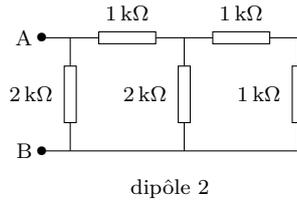
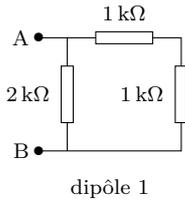








A.N. Entraînement 1.9 — Trois résistances équivalentes.



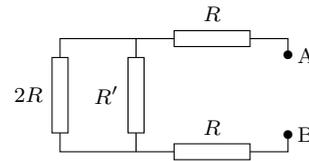
Sans utiliser la calculatrice, calculer la résistance équivalente

- a) du dipôle 1 b) du dipôle 2 c) du dipôle 3

Entraînement 1.10 — Une autre résistance équivalente.



On considère le dipôle AB constitué uniquement de conducteurs ohmiques.



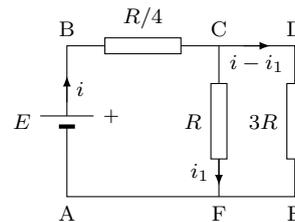
Exprimer la résistance équivalente du dipôle AB en fonction de R et R'

Entraînement 1.13 — Circuit à 2 mailles.



On forme un circuit avec une pile et trois conducteurs ohmiques. On définit les courants algébriques i et i_1 comme indiqué ci-contre.

Exprimer E en fonction de i , i_1 et R en appliquant la loi des mailles dans la maille :



- a) (ABCF) b) (ABDE)

Entraînement 1.14



Dans l'entraînement précédent, les grandeurs i et i_1 vérifient le système $\begin{cases} Ri + 4Ri_1 = 4E \\ 13Ri - 12Ri_1 = 4E \end{cases}$

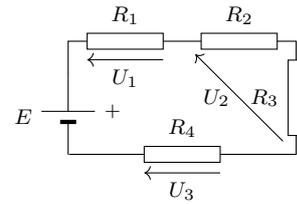
- a) Déterminer i en fonction de E et R
- b) Déterminer i_1 en fonction de E et R

Diviseurs

Entraînement 1.15 — Un diviseur de tension.



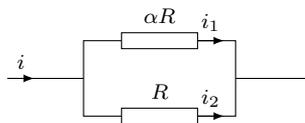
On forme un circuit avec une pile de f.é.m E et quatre conducteurs ohmiques. On définit les tensions U_1 , U_2 et U_3 comme indiqué ci-contre.



Exprimer en fonction de E , R_1 , R_2 , R_3 et R_4 , les tensions :

- a) U_1 b) U_2 c) U_3

Entraînement 1.16 — Un diviseur de courant.

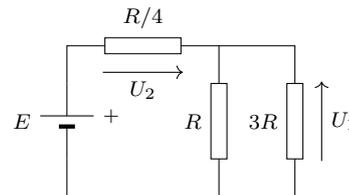


- a) Pour quelle valeur de α , a-t-on $i_1 = i/3$?
- b) Pour quelle valeur de α , a-t-on $i_2 = 3i_1$?

Entraînement 1.17 — Exercice de synthèse I.

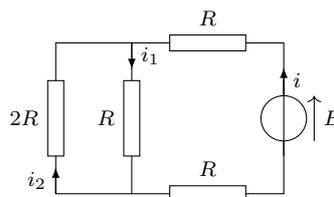


On forme un circuit avec une pile et trois conducteurs ohmiques. On définit les tensions U_1 et U_2 comme indiqué ci-contre.



- a) Calculer la résistance équivalente aux deux conducteurs ohmiques en parallèle.
- b) À l'aide de la formule du diviseur de tension, exprimer U_1 en fonction de E et R
- c) Faire la même chose pour U_2

Entraînement 1.18 — Exercice de synthèse II.



- a) Après avoir simplifié le circuit, calculer i en fonction de E et R
- b) En déduire i_1 à partir de la formule du diviseur de courant
- c) En déduire i_2