

TRAVAUX DIRIGÉS N°1 DE SIGNAUX PHYSIQUES

Exercice 1 : Courant et mouvement des électrons

1. Combien d'électrons passent par seconde dans un fil parcouru par un courant d'intensité $I = 1 \text{ A}$?
2. On montre que le courant qui traverse un fil de section S est relié à la densité volumique de porteurs de charges n (en m^{-3}), à leur charge q est à leur vitesse moyenne v : $I = nqvS$. Quelle est la vitesse des électrons dans un fil de cuivre ($\rho_{\text{Cu}} = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ et $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$) de section $S = (1 \text{ mm})^2$ parcouru par un courant $I = 1 \text{ A}$. On supposera qu'un atome de cuivre fournit un électron de conduction.

Exercice 2 : Bilan d'alimentation d'un résistor par un générateur réel

Un générateur réel, de f.e.m. E_0 et de résistance interne r , alimente un résistor de résistance R .

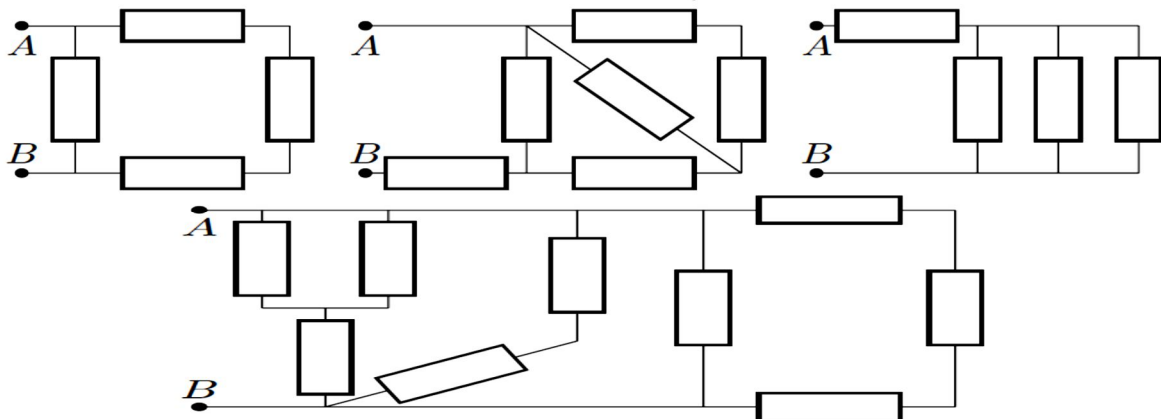
1. Faire un schéma du circuit électrique et déterminer l'expression du courant I qui parcourt le circuit.
2. En déduire la puissance $P_{\text{gén}}$ fournie par le générateur, la puissance P_r dissipée par la résistance interne et la puissance P_R reçue par le résistor. Quelle relation peut-on écrire entre ces trois puissances ?
3. A.N. pour une pile AA $E_0 = 1,5 \text{ V}$, $r = 3 \text{ } \Omega$ et $R = 12 \text{ } \Omega$.
4. Le générateur étant donné, pour quelle valeur de R la puissance reçue par le résistor est-elle maximale ? Que valent alors la puissance reçue et la tension aux bornes du résistor ? Quelle proportion de la puissance fournie est alors reçue par le résistor ?
5. On définit le rendement énergétique

$$\eta = \frac{P_r}{P_{\text{gén}}}$$

Pour quelle valeur de R ce rendement est-il maximal ? Minimal ? Que valent alors l'intensité du courant dans le circuit et la puissance reçue P_R ?

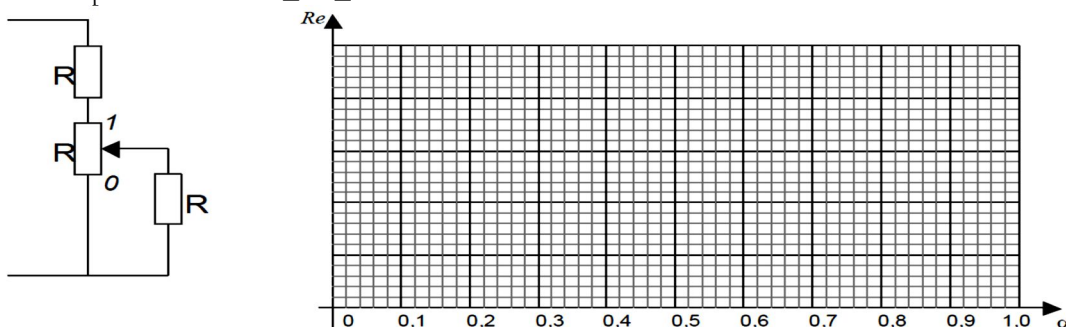
Exercice 3 : Résistances équivalentes

Montrer que les dipôles (compris entre A et B) sont équivalents à une unique résistance R_{eq} à déterminer.



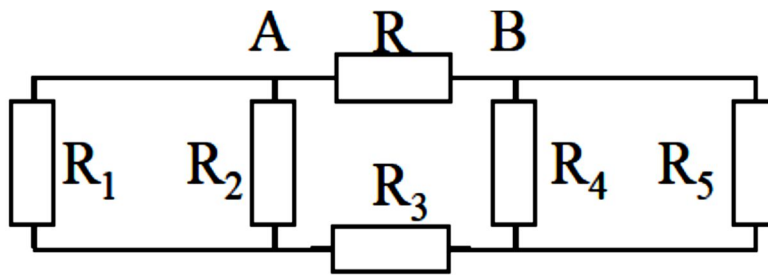
Exercice 4 : Résistance équivalente

Donner la fonction de la valeur de la résistance équivalente $R_e = f(R; \alpha)$ du schéma ci-dessous, qui dépend de la position α du potentiomètre. Cette position α varie de 0,0 à 1,0. Calculer quelques points particuliers et dessiner la fonction pour l'intervalle $0 \leq \alpha \leq 1$.



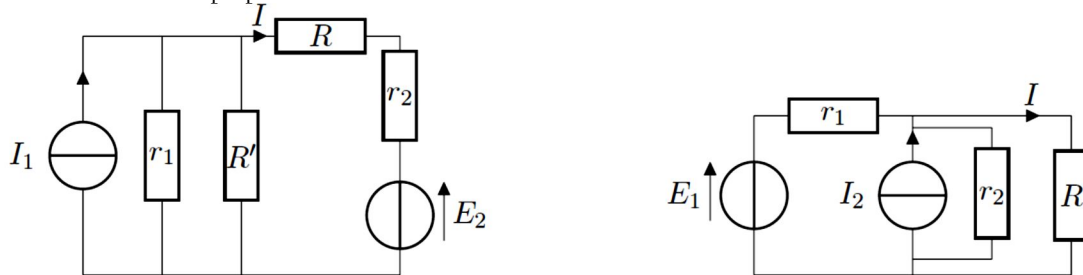
Exercice 5 : Résistance équivalente

Déterminer la résistance équivalente au dipôle AB suivant :



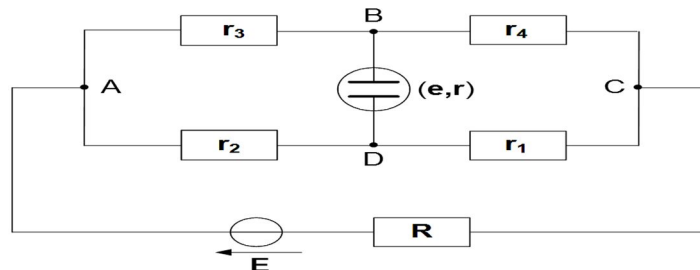
Exercice 6 : Utilisation des équivalences Thévenin/Norton

Simplifier les montages suivant à l'aide de transformations Thévenin/Norton successives pour déterminer l'intensité I du courant qui parcourt R .



Exercice 7 : Théorème de Thévenin et du théorème de Kennelly dans un électrolyseur

On dispose du circuit ci-dessous dans lequel existe un électrolyseur de caractéristique ($e = 2 V$; $r = 1,5 \Omega$). Par application du théorème de Thévenin et du théorème de Kennelly, calculer le courant i qui traverse l'électrolyseur branché entre les points B et D . A.N : $E = 12 V$; $R = r_1 = 1 \Omega$; $r_2 = r_3 = 2 \Omega$; $r_4 = 4 \Omega$



Exercice 8 : Groupement de piles

On dispose de n piles identiques de f.e.m. E et de résistance interne r . On réalise le branchement en parallèle entre A et B de p dipôles, chacun constitué de q piles en série, $(p, q) \in \mathbb{N}^2$.

Déterminer p et q pour que l'intensité du courant circulant dans une résistance R branchée entre A et B soit maximale pour $n = 24$, $e = 1 V$, $r = 1 \Omega$ et $R = 6 \Omega$.

Exercice 9 : Équilibre d'un pont de Wheatstone

Le pont de Wheatstone est un circuit comportant quatre résistors de résistances R_1 , R_2 , R_3 et R_4 formant un carré et alimenté par un générateur de tension. Ce pont est utilisé pour mesurer avec précision la valeur d'une résistance inconnue (par ex. R_4) : en modifiant une résistance réglable (par ex. R_1), on modifie la valeur de la tension U . Lorsque celle-ci est nulle, on dit que le pont est équilibré et il existe une relation simple entre les quatre résistances.

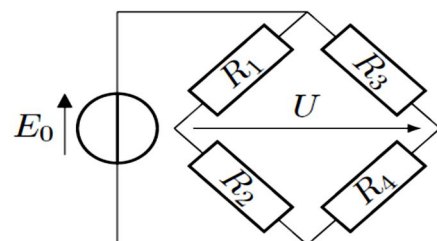
1. Déterminer la valeur de tous les courants en fonctions de E_0 et des résistances.

En déduire l'expression des tensions U_1 et U_3 aux bornes de R_1 et R_3 .

Retrouver ce résultat à l'aide de la formule du diviseur de tension.

3. Montrer que

$$U = E_0 \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right)$$



4. Déterminer la relation entre les résistances lorsque le pont est à l'équilibre ($U = 0$).

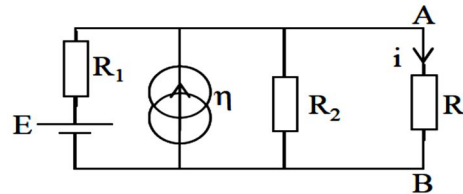
Exercice 10 : Varistance et point de fonctionnement

Une varistance VDR possède, en convention récepteur, une caractéristique $u = Ki^\alpha$ où $K > 0$ et $0 < \alpha < 1$.

1. Quelle est la relation entre la résistance statique $R_s = u/i$ et la résistance dynamique $R_d = du/di$?
2. Tracer la caractéristique $i(u)$ de la VDR pour $0 \leq i < 100 \text{ mA}$ sachant que $K = 15,85$ et $\alpha = 0,2$.
3. On branche en série, avec la VDR, une source de tension idéale $E_0 = 10 \text{ V}$ et un résistor de résistance $R = 50 \Omega$. Déterminer le courant i qui traverse la VDR, graphiquement puis par le calcul.

Exercice 11 : Théorèmes de superposition, Thevenin et Norton

1. Calculer l'intensité i du dipôle AB en appliquant le théorème de superposition.
2. Exprimer le dipôle de Thevenin entre A et B puis calculer i .
3. Même question avec le dipôle de Norton



Exercice 12 : Equivalence Norton/Thevenin, Théorème de Millman

On considère le circuit ci-contre

- 1) Donner les modèles de Norton du dipôle situé entre les bornes A et N et de celui situé entre N et B.
- 2) Préciser la force électromotrice et la résistance du générateur de Thévenin branché aux bornes de la résistance $R/3$.
- 3) Exprimer l'intensité I traversant la résistance $R/3$ en fonction de E et R
- 4) Sur le circuit non simplifié de l'énoncé, placer artificiellement une masse en A, puis :
 - a) Appliquer le théorème de Millman et donner une expression du potentiel électrique du potentiel électrique V_N au nœud N, en fonction de E , R et V_B au nœud B
 - b) Appliquer le théorème de Millman et donner une expression du potentiel électrique V_B en fonction de E , R et V_N
 - c) Dédire des expressions précédentes l'expression de V_B en fonction de E ;
 - d) Retrouver l'expression de l'intensité I traversant la résistance $R/3$ en fonction de E et R

