



Aspects énergétiques des phénomènes électriques

I. Modélisation d'un générateur réel de tension

Entre les bornes d'un générateur **idéal** de tension, la tension est constante, quel que soit le courant qui la traverse. Nous allons voir que ce n'est pas forcément le cas pour un générateur **réel** de tension. Nous allons pour cela, tracer et interpréter la caractéristique de la tension en fonction du courant d'un générateur réel de tension.

Protocole Détermination de la caractéristique d'un générateur

- Réaliser le montage ci-dessous et le faire vérifier par le professeur.
- Faire varier la valeur de la résistance R_h du rhéostat* (entre 0 et 33Ω) de manière à obtenir une dizaine de valeurs pour l'intensité I du courant qui parcourt le circuit.
- Pour chaque valeur de I , relever la tension U aux bornes du générateur. Présenter les résultats dans un tableau.
- Placer les points de mesure dans un graphique présentant I en abscisses et U en ordonnées.
- Tracer la droite-modèle, nommée **caractéristique** du générateur, et déterminer son coefficient directeur et son ordonnée à l'origine.

Fiche 8 p. 433

Matériel

- Générateur de tension continue ou pile, de f.é.m. comprise entre 4,5 V et 12 V
- Résistance de protection $R_p = 10 \Omega$
- Rhéostat de résistance maximale 33Ω
- Voltmètre
- Ampèremètre

Vocabulaire

- Rhéostat** : résistance de valeur variable, choisie par l'utilisateur.

MaThs

Sur un graphique représentant « A en fonction de B », A est en ordonnées et B, en abscisses.

DOC 1 Le rhéostat

Un rhéostat est une résistance réglable. Les bornes noires sont branchées aux deux extrémités d'un enroulement de fil. La borne rouge est branchée sur un curseur qui est en contact avec le dessus de l'enroulement. Le déplacement du curseur permet de changer la longueur du fil parcouru par le courant et donc la résistance de celui-ci.

Les deux faces d'un même rhéostat.

- Réaliser le circuit proposé à l'aide d'un rhéostat. Positionner le curseur du rhéostat vers le milieu de sa course.
- Afin de construire la caractéristique intensité-tension du générateur, effectuer des mesures en déplaçant le curseur, pour des intervalles de courant à peu près identiques jusqu'à 1 A environ.
- A l'aide d'un tableur grapheur ou sur papier, tracer l'allure de la caractéristique et déterminer l'équation de la courbe par un modèle approprié.
- En déduire une expression de U en fonction de I pour un générateur réel de tension.
- Quelle serait cette expression pour un générateur idéal de tension ?
- Montrer que l'expression de la puissance électrique fournie par le générateur réel peut s'écrire $P = E \cdot I - r \cdot I^2$. Attribuer à chacun des membres de droite les noms suivants :
 - Puissance consommée par le générateur
 - Puissance dissipée par effet Joule

II. Vitesse des électrons dans le cuivre

DONNÉES

► Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$; charge élémentaire : $e = 1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$; masse molaire du cuivre $M_{\text{Cu}} = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$;
 masse volumique du cuivre métal : $\rho = 8,96 \times 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
 nombre d'électron libre par atome de cuivre : 1

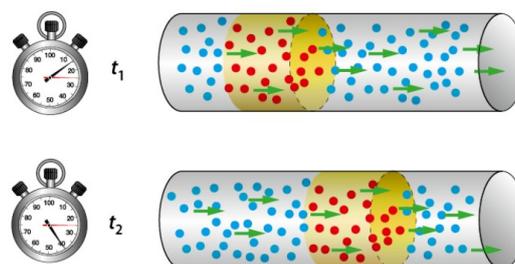
DOC 1 Débit et intensité électrique

Le débit de charges électriques correspond à la quantité de charges électriques qui passent par une section d'un circuit électrique par unité de temps.

$$I = \frac{Q}{\Delta t}$$

intensité du courant électrique (en **A**) → I ← quantité de charges électriques (en **C**)
 ← Δt ← durée (en **s**)

DOC 2 Débit et vitesse



On admet que le nombre de particules qui traversent la section du fil pendant la durée $\Delta t = t_2 - t_1$ est contenu dans un cylindre de volume V , tel que :

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot v \cdot \Delta t$$

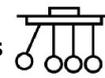
rayon du fil (en **m**) → r
 vitesse de déplacement des particules (en **m · s⁻¹**) → v
 volume (en **m³**) → V ← durée (en **s**) → Δt

DÉMARCHE EXPERTE

À l'aide des données et des documents fournis, proposer une démarche pour exprimer la quantité de charges électriques qui traversent la section d'un fil de cuivre de rayon $r = 0,50 \text{ mm}$ en fonction de la vitesse des charges. En déduire la valeur numérique de la vitesse des charges dans le fil pour une intensité du courant électrique de 100 mA .

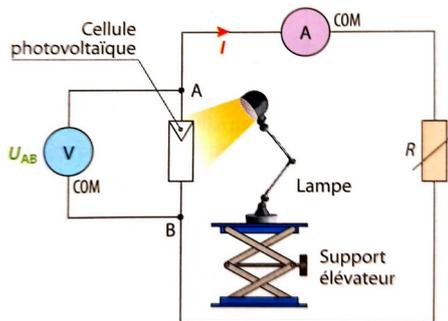
DÉMARCHE AVANCÉE

- Calculer le nombre N d'électrons libres contenus dans un volume de 1 m^3 de cuivre.
- Exprimer la charge électrique Q portée par les électrons de vitesse v qui traversent une section de fil de cuivre de $0,50 \text{ mm}$ de diamètre pendant une durée Δt en fonction de v et Δt .
 - En déduire une relation entre la vitesse v des électrons et l'intensité du courant électrique I .
 - Exprimer v et calculer sa valeur pour une intensité du courant électrique de 100 mA .



III. Rendement d'un convertisseur

Doc 1 : Circuit du montage



Une cellule photovoltaïque est un dispositif qui produit de l'électricité à partir de la lumière qu'il reçoit.

Doc 2 : Matériel

Cellule photovoltaïque · Lampe de bureau · Deux multimètres · Boîte de résistances (de 1Q à 100 k (2) · Fils électriques · Règle graduée · Luxmètre ou application de type "Physics Toolbox · Support élévateur

Doc 3 : protocole

Étude du rendement en faisant varier la résistance pour un éclairement fixé

- A l'aide du matériel disponible, réaliser le montage du doc. 1.
- Noter la distance entre la lampe et la cellule photovoltaïque.
- Ne pas bouger la cellule pendant la prise de mesures.
- A l'aide du luxmètre, mesurer le flux lumineux reçu par la cellule, pour en déduire la puissance lumineuse reçue par la cellule (en W).
- Faire varier la résistance R en répartissant les mesures entre les valeurs minimale et maximale de U_{AB}
- Pour chaque valeur de R, noter les valeurs de U_{AB} et I correspondantes dans un tableau

Doc 4 : Luxmètre

Un **luxmètre** mesure un **flux lumineux** reçu par **unité de surface**, noté ϕ . Son unité est le lux (symbole lx).

Il dépend de la **distance** d'éloignement à la source lumineuse, et de la **couleur** de la source lumineuse.

On admettra qu'un **éclairement** de $E = 1,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ correspond à un flux lumineux ϕ de l'ordre de 700 lx.

Doc 5 : Rendement d'une cellule photovoltaïque

Le rendement d'une cellule photovoltaïque, à une température donnée, est défini par la relation suivante :

$$\eta = P / P_{lum}$$

P : puissance électrique délivrée par une cellule photovoltaïque pour un éclairement donné, en watts (W)

P_{lum} : puissance lumineuse reçue par une cellule photovoltaïque, en watts (W)

$$P_{lum} = E \times S$$

E : éclairement en $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$

S : Surface éclairée en m^2

1. Réaliser le protocole en utilisant le matériel disponible et noter une quinzaine de mesures de U_{AB} et I (pour R compris entre 5 et 1000 Ω) dans un tableau
2. En utilisant les mesures obtenues, proposer une méthode permettant de déterminer le rendement η de la cellule photovoltaïque.

Vous utiliserez la fiche méthode Regressi pour les calculs et tracés des courbes demandés par la suite.

3. Tracer la courbe I en fonction de U_{AB} .
4. Pour chaque valeur de R, calculer la puissance électrique P délivrée par la cellule, puis tracer la courbe P en fonction de U_{AB} .
5. Déterminer la valeur de la puissance lumineuse P_{lum} reçue par la cellule photovoltaïque sachant que la surface de la cellule photovoltaïque est $S = 50 \times 10^{-4} \text{ m}^2$.
Aide : trouver la relation entre le flux lumineux ϕ et l'éclairement E.
6. Tracer la courbe η en fonction de U_{AB} et en déduire le rendement maximal η_{max} .