

Exercices 2 Énergie électrique

Application : caractéristique d'une pile en Python, facture d'électricité, tableau électrique, lignes à haute tension, trottinette

5 exercices · niveau ●●○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

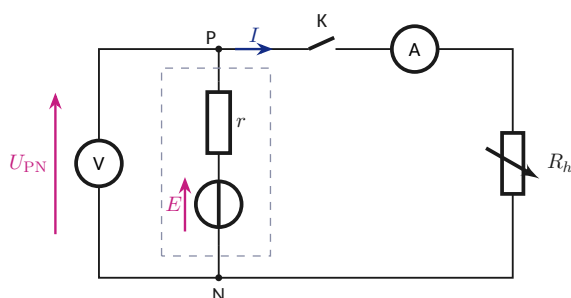
★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Déterminer E et r par une modélisation affine (à la main ou en Python) et écrire un résultat avec son incertitude.
- Établir un bilan de puissance ou d'énergie dans une situation réelle ; utiliser $P_J = RI^2$ pour justifier un choix technique ; calculer un rendement, un coût.

Exercice 1 Caractéristique d'une pile de 9 V et modélisation en Python

●●○

Pour tracer la caractéristique d'une pile neuve de 9 V, on réalise le montage de la figure 1 et on relève I et U_{PN} pour plusieurs réglages du rhéostat (résistance réglable R_h). Les mesures sont exploitées par le programme ci-contre.



```
1 import numpy as np
2 # mesures : intensité (A) et tension (V)
3 I = np.array([0, 0.050, 0.100, 0.150, 0.200,
4               0.250, 0.300, 0.350, 0.400])
5 U = np.array([9.21, 9.10, 9.03, 8.93, 8.84,
6               8.76, 8.66, 8.56, 8.49])
7 a, b = np.polyfit(I, U, 1) # modèle U = a*I + b
8 print("a = ", round(a, 2), "; b = ", round(b, 2))
```

Figure 1 — Montage (pile en pointillés)

- 1.1 Préciser le rôle de chaque appareil de mesure et la façon dont il est branché. Pourquoi ajoute-t-on un rhéostat dans le circuit ?
- 1.2 Le programme affiche $a = -1.8$; $b = 9.2$. Quel est le rôle de la fonction `polyfit` ? Justifier que le modèle $U_{PN} = E - rI$ convient, et en déduire les valeurs de E et de r .
- 1.3 Une étude statistique de la modélisation donne l'incertitude-type $u(r) = 0,03 \Omega$. Écrire le résultat de la mesure de r . Une documentation indique $r_{\text{réf}} = 1,7 \Omega$ pour ce modèle de pile : calculer $|r - r_{\text{réf}}| / u(r)$ et conclure (le résultat est jugé compatible si ce quotient est inférieur à 2).
- 1.4 Calculer l'intensité de court-circuit. Pourquoi ne la mesure-t-on pas directement ?
- 1.5 La pile alimente un petit moteur qui fonctionne sous 8,6 V. Calculer l'intensité du courant, puis la part de la puissance $E I$ perdue par effet Joule dans la pile.

Exercice 2 Comprendre sa facture d'électricité

●●○

Le tableau ci-dessous donne la puissance des principaux appareils d'un studio (chauffage et eau chaude exclus) et leur utilisation moyenne sur un mois de 30 jours (le moteur du réfrigérateur ne tourne pas en permanence).

Réfrigérateur	Plaques de cuisson	Lave-linge	Box internet	5 lampes à LED	Téléviseur
150 W 8 h par jour	2 000 W 45 min par jour	2 200 W 12 cycles d'1 h par mois	12 W en permanence	8 W chacune 5 h par jour	90 W 3 h par jour ; veille : 0,5 W

- 2.1 Calculer l'énergie électrique consommée par chaque appareil en un mois, en kWh. Quel appareil consomme le plus ?
- 2.2 Montrer que la consommation mensuelle totale est proche de 130 kWh.
- 2.3 Le prix du kWh est 0,1952 € et l'abonnement coûte 16,00 € par mois. Calculer le montant de la facture mensuelle.
- 2.4 Quelle économie annuelle réalise-t-on en éteignant la box internet 8 h par nuit ? Commenter.

Exercice 3 Le tableau électrique de la cuisine



Dans une cuisine, les prises sont branchées en dérivation sur une ligne alimentée sous $U = 230 \text{ V}$ et protégée par un fusible de 16 A placé dans le tableau électrique. On y branche une bouilloire (2 200 W), un grille-pain (850 W) et un four à micro-ondes (1 250 W). On assimile ces appareils à des conducteurs ohmiques.

- 3.1 Calculer l'intensité du courant qui traverse chaque appareil. En utilisant la loi des nœuds, montrer que le fusible fond si les trois appareils fonctionnent en même temps.
- 3.2 Expliquer, à l'aide de l'effet Joule, comment le fusible protège l'installation. Quels appareils peut-on faire fonctionner ensemble sans que le fusible fonde ?
- 3.3 Les fils de la ligne (aller et retour) ont une résistance totale $R_f = 0,40 \Omega$. La bouilloire et le micro-ondes fonctionnent ensemble : calculer la puissance perdue par effet Joule dans les fils, puis le pourcentage qu'elle représente par rapport à la puissance consommée par les appareils.
- 3.4 Pourquoi la norme impose-t-elle des fils de plus faible résistance pour un circuit protégé à 32 A ?

Exercice 4 Pourquoi transporter l'électricité sous haute tension ?



Une ligne électrique transporte une puissance $P = 300 \text{ MW}$ d'une centrale à un poste de distribution. Dans un modèle simplifié, $P = UI$, où U est la tension de la ligne et I l'intensité du courant dans ses câbles, dont la résistance totale vaut $R = 4,0 \Omega$.

- 4.1 Calculer l'intensité I et la puissance perdue par effet Joule dans la ligne si le transport s'effectue sous $U = 400 \text{ kV}$, puis sous $U = 90 \text{ kV}$. Exprimer ces pertes en pourcentage de P .
- 4.2 Montrer que, pour une puissance transportée donnée, les pertes s'écrivent $P_J = R P^2 / U^2$. Par quel facteur sont-elles divisées quand on passe de 90 kV à 400 kV ?
- 4.3 La résistance d'un câble est inversement proportionnelle à sa section. Par quel facteur faudrait-il multiplier la section des câbles pour avoir sous 90 kV les mêmes pertes que sous 400 kV ? Conclure.

Exercice 5 La trottinette électrique



La batterie d'une trottinette porte les indications 36 V ; 10 Ah. Sur terrain plat, à $20 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, le moteur reçoit de la batterie une puissance moyenne de 180 W et fournit une puissance mécanique de 150 W. Le chargeur, branché sur le secteur, reçoit une puissance de 100 W et fournit à la batterie un courant de 2,0 A sous 42 V.

- 5.1 Calculer l'énergie stockée dans la batterie, en Wh puis en J. En déduire l'autonomie de la trottinette, en heures puis en kilomètres.
- 5.2 Représenter la chaîne énergétique de l'ensemble chargeur, batterie, moteur, puis calculer le rendement du moteur et celui du chargeur.
- 5.3 Estimer la durée d'une recharge complète, puis l'énergie prélevée sur le secteur (on admet que l'intensité du courant de charge reste égale à 2,0 A pendant toute la recharge).
- 5.4 Le kWh coûte 0,20 €. Calculer le coût de l'énergie électrique pour 100 km et le comparer à celui d'un scooter à essence qui consomme 2,5 L aux 100 km, l'essence coûtant $1,80 \text{ €} \cdot \text{L}^{-1}$.