

PREMIÈRE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · L'ÉNERGIE : CONVERSIONS ET TRANSFERTS ·
CHAPITRE 14

R. RINGUET · 2026 – 2027

Devoir bilan Énergie électrique

Soudage par faisceau d'électrons, panneaux solaires sur un toit, protéger une LED

Durée : 1 h 30 · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : / 20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée ; une expression littérale est attendue avant chaque application numérique, et les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité. La figure 3 est à compléter et à rendre avec la copie.

Exercice 1 Le soudage par faisceau d'électrons

6 pts ●●○

Pour souder des pièces en titane, on les bombarde avec un faisceau d'électrons. Dans le canon, placé dans le vide, les électrons émis par une cathode C (armature négative) sont accélérés vers une anode A (armature positive) distante de $d = 3,0 \text{ cm}$; la tension entre A et C vaut $U = 60 \text{ kV}$.

■ **DONNÉES** $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$ • $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ • $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ • $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$ • armatures planes distantes de d , sous la tension U : champ uniforme $E = U/d$, dirigé de l'armature + vers l'armature - ; force subie par une charge q : $\vec{F} = q \vec{E}$

- 1.1 Schématiser les deux armatures et représenter le champ électrostatique $\vec{E}$ entre elles. Calculer sa valeur.
- 1.2 Représenter la force électrostatique $\vec{F}$ qui s'exerce sur un électron situé entre les armatures, et calculer sa valeur. Justifier que le poids de l'électron est négligeable devant cette force.
- 1.3 Le faisceau transporte un courant d'intensité $I = 50 \text{ mA}$. Combien d'électrons atteignent la pièce à souder chaque seconde ?
- 1.4 La puissance transportée par le faisceau vaut $P = UI$. La calculer, puis calculer l'énergie reçue par la pièce pour une soudure qui dure 12 s , en joules puis en wattheures.
- 1.5 La machine prélève $4,0 \text{ kW}$ sur le réseau électrique. Calculer son rendement et représenter sa chaîne énergétique.

Exercice 2 Des panneaux solaires sur le toit

8 pts ●●○

Une famille a installé sur son toit 8 panneaux photovoltaïques reliés à un onduleur, qui transforme la tension continue produite par les panneaux en tension alternative 230 V utilisable dans la maison.

■ DOCUMENT 1 — L'installation et une journée de juin

Panneau de $1,72 \text{ m} \times 1,13 \text{ m}$; sous un éclairage (puissance lumineuse reçue par mètre carré) de $1\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, il fournit 400 W . Rendement de l'onduleur : 96% . La figure 1 donne l'énergie fournie par l'onduleur heure par heure, un jour ensoleillé de juin où la maison a consommé 12 kWh .

■ **DONNÉES** $1 \text{ kWh} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}$

- 2.1** Calculer la surface d'un panneau, puis la puissance lumineuse qu'il reçoit sous un éclairage de $1\,000 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. En déduire le rendement d'un panneau.
- 2.2** Représenter la chaîne énergétique de l'installation, du rayonnement solaire à la maison. Calculer le rendement global de la conversion.
- 2.3** À l'aide de la figure 1, déterminer l'énergie électrique fournie par l'onduleur ce jour-là, en kWh puis en J. Quelle fraction de cette énergie la consommation de la maison ce jour-là représente-t-elle ?
- 2.4** Entre 13 h et 14 h, l'onduleur fournit une puissance constante; la maison consomme une puissance de $1,2 \text{ kW}$, et le surplus est injecté dans le réseau. Avec $P = UI$ et $U = 230 \text{ V}$, calculer l'intensité du courant fourni par l'onduleur, celle du courant consommé par la maison, puis, par la loi des nœuds, celle du courant injecté dans le réseau.
- 2.5** Quelle puissance lumineuse l'ensemble des panneaux reçoit-il entre 13 h et 14 h ? En déduire l'éclairage moyen pendant cette heure. Commenter.
- 2.6** Plutôt que d'injecter le surplus dans le réseau, la famille envisage d'acheter une batterie domestique de $5,0 \text{ kWh}$. Serait-elle entièrement chargée au cours de cette journée de juin ? Argumenter.

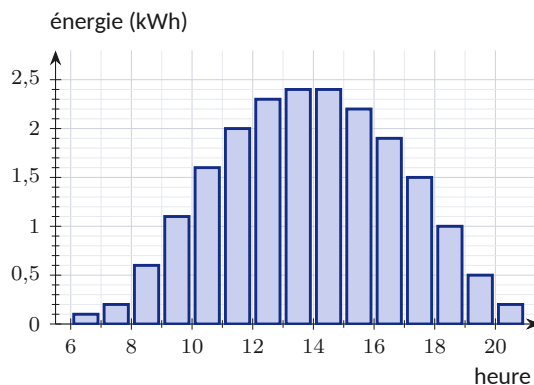


Figure 1 — Énergie fournie par l'onduleur chaque heure

Exercice 3 Protéger une LED

6 pts ●●○

Une LED rouge est alimentée par le port USB d'un ordinateur, assimilé à une source idéale de tension $E = 5,0 \text{ V}$. Elle doit être parcourue par un courant de 20 mA : on la protège par un conducteur ohmique de résistance R placé en série (figure 2). La figure 3 donne la caractéristique $I(U_{\text{LED}})$ de la LED.

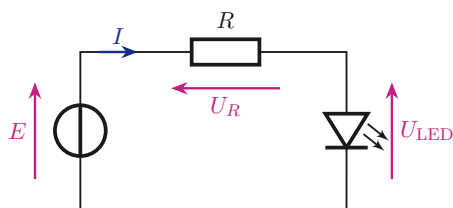


Figure 2 — Circuit de la LED

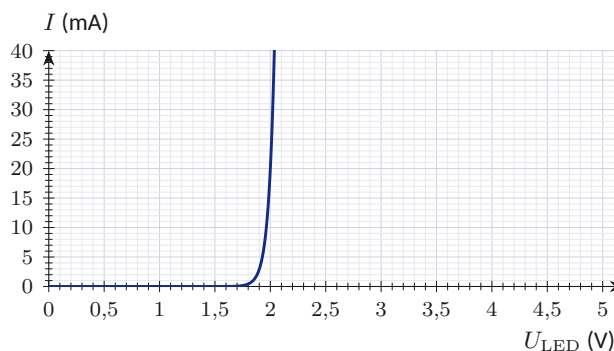


Figure 3 — Caractéristique de la LED (à compléter)

- 3.1** Lire sur la figure 3 la tension U_{LED} aux bornes de la LED lorsqu'elle est traversée par un courant de 20 mA . En utilisant la loi des mailles puis la loi d'Ohm, montrer que $R = 150 \, \Omega$.
- 3.2** Montrer que, dans ce circuit, I et U_{LED} sont liées par la relation $I = (E - U_{\text{LED}})/R$. Tracer la droite correspondante sur la figure 3 et vérifier que le point de fonctionnement est bien celui attendu.
- 3.3** Que se passerait-il si l'on branchait la LED directement sur le port USB, sans conducteur ohmique ? Justifier à l'aide de la figure 3.
- 3.4** Calculer la puissance fournie par le port USB, la puissance reçue par la LED et celle dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique. Quelle proportion de la puissance fournie la LED reçoit-elle ?
- 3.5** On branche maintenant en série deux LED identiques à la première. Quelle résistance faut-il utiliser pour que le courant reste égal à 20 mA ? Quel est l'intérêt de ce montage ?