Énergie électrique : puissance, effet Joule et rendement

Fiche méthode

(Physique-chimie 1re spécialité · L'énergie : conversions et transferts · Aspects énergétiques des phénomènes électriques)

La démarche pour un exercice d'énergie électrique

1. Je repère le rôle de chaque dipôle : générateur, récepteur, dipôle ohmique, convertisseur (quelle énergie entre, laquelle est utile).

2. Je convertis : mA en A, min en s (ou en h pour des kWh), kΩ en Ω, mAh en C ($\times$ 3,6).

3. Je choisis la relation : $I = \dfrac{Q}{\Delta t}$, $P = U \times I$, $E = P \times \Delta t$, $P_J = R \times I^2$, $\eta = \dfrac{P_u}{P_a}$, $U = E - r \times I$.

4. J'écris le bilan : puissance absorbée = puissance utile + pertes.

5. Je contrôle : ordre de grandeur plausible, rendement inférieur à 1, tension d'une source qui débite inférieure à E.

Le réflexe — La puissance est un débit d'énergie : on n'obtient une énergie qu'en la multipliant par une durée.

Cas 1 · Intensité et débit de charges

Réflexe — $Q = I \times \Delta t$ (C, A, s) ; $N = \dfrac{Q}{e}$; 1 mAh = 3,6 C.

Exemple. Un courant de 0,60 A circule pendant 25 s. Charge et nombre d'électrons ?

$Q = 0{,}60 \times 25 = 15$ C ; $N = \dfrac{15}{1{,}602 \times 10^{-19}} \approx 9{,}36 \times 10^{19}$ électrons.

Attention — les électrons vont en sens inverse du sens conventionnel ; le mAh est une charge.

Cas 2 · Puissance, énergie et coût

Réflexe — $P = U \times I$; $E = P \times \Delta t$ en J (W, s) ou en kWh (kW, h) ; coût = kWh $\times$ prix.

Exemple. Un sèche-linge de 2 400 W tourne 1 h 15 min ; le kWh coûte 0,20 €. Énergie et coût ?

$E = 2{,}4 \times 1{,}25 = 3{,}0$ kWh $= 3{,}0 \times 3{,}6 \times 10^6 = 1{,}08 \times 10^7$ J ; coût $3{,}0 \times 0{,}20 = 0{,}60$ €.

Attention — 1 h 15 min = 1,25 h, pas 1,15 h ; le watt n'est pas une énergie.

Cas 3 · Puissance dissipée par effet Joule

Réflexe — dipôle ohmique : $P_J = R \times I^2$ (intensité connue) ou $\dfrac{U^2}{R}$ (tension connue).

Exemple. Un dipôle ohmique de 15 Ω est traversé par 2,0 A pendant 5 min. Puissance et énergie dissipées ?

$P_J = 15 \times 2{,}0^2 = 60$ W ; $E_J = 60 \times 300 = 1{,}8 \times 10^4$ J.

Attention — ne pas oublier le carré ; ces formules ne s'appliquent pas à un moteur ni à une DEL.

Cas 4 · Bilan de puissance et rendement

Réflexe — $P_a = P_u + P_{\text{pertes}}$; $\eta = \dfrac{P_u}{P_a}$; en chaîne, $\eta = \eta_1 \times \eta_2$.

Exemple. Un moteur absorbe 120 W avec un rendement de 75 %. Puissance utile et pertes ?

$P_u = 0{,}75 \times 120 = 90$ W ; pertes $120 - 90 = 30$ W, surtout thermiques.

Attention — un rendement supérieur à 1 signale un quotient inversé.

Cas 5 · Source réelle de tension

Réflexe — $U = E - r \times I$; E à $I = 0$, $r = -$coefficient directeur ; fermée sur R : $I = \dfrac{E}{R + r}$.

Exemple. Une source ($E = 6{,}0$ V ; $r = 0{,}80\ \Omega$) alimente un dipôle ohmique de $11{,}2\ \Omega$. Intensité, tension, rendement ?

$$I = \frac{6{,}0}{11{,}2 + 0{,}80} = 0{,}50 \text{ A} ; U = 11{,}2 \times 0{,}50 = 5{,}6 \text{ V} \ (= 6{,}0 - 0{,}80 \times 0{,}50) ; \eta = \frac{5{,}6}{6{,}0} \approx 93\ \%.$$

Attention — $U = E$ seulement à vide ; en court-circuit, $I_{cc} = \dfrac{E}{r}$.

Les pièges

- Écrire « ce four consomme 2 000 W en une demi-heure » : le watt n'est pas une unité d'énergie.
- Oublier de convertir les mA, les minutes, les kΩ ou les mAh avant de calculer.
- Appliquer $U = R \times I$ ou $P = R \times I^2$ à un moteur, une DEL ou une pile.
- Annoncer un rendement supérieur à 1, ou additionner les rendements d'une chaîne.
- Prendre la tension d'une pile qui débite égale à E : elle vaut $E - r \times I$.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).