Corrigé et barème – Énergie électrique : puissance, effet Joule et rendement

Porteurs de charge et intensité comme débit de charges ; puissance et énergie électriques ; effet Joule dans un dipôle ohmique ; bilan de puissance et rendement d'un convertisseur ; modèle d'une source réelle de tension et sa caractéristique.

Durée : 90 min – Calculatrice interdite – Sur 20 points · Spécialité Physique-Chimie 1re

Exercice 1 – La batterie d'un casque audio ★★ *(4 pts)*

a) $500\ \text{mAh} = 0{,}500\ \text{A·h}$ et $1\ \text{A·h} = 3\,600\ \text{C}$: $Q = 0{,}500 \times 3\,600 = \mathbf{1\,800\ C}$. (1)

b) $\Delta t = \dfrac{Q}{I} = \dfrac{1\,800}{25 \times 10^{-3}} = 72\,000\ \text{s}$ (0,5 pt), soit **20 h** (0,5 pt). (1)

c) Chaque seconde passe la charge $25 \times 10^{-3}\ \text{C}$: $N = \dfrac{25 \times 10^{-3}}{1{,}602 \times 10^{-19}} \approx \mathbf{1{,}56 \times 10^{17}\ électrons}$. (1)

d) Les électrons, chargés négativement, se déplacent en **sens inverse** du sens conventionnel (0,5 pt) ; dans l'électrolyte, ce sont des **ions** qui se déplacent (0,5 pt). (1)

À retenir — 1 mAh = 3,6 C : une indication en mAh est une charge, et la durée de fonctionnement vaut Q ÷ I.

Exercice 2 – Énergie et coût d'un appareil ★★ *(4 pts)*

a) $\Delta t = 25 \times 60 = 1\,500\ \text{s}$; $E = P \times \Delta t = 850 \times 1\,500 = 1{,}275 \times 10^{6}\ \text{J}$: $\mathbf{1{,}275 \times 10^{6}\ J}$. (1)

b) $E = \dfrac{1{,}275 \times 10^{6}}{3{,}6 \times 10^{6}} \approx \mathbf{0{,}354\ kWh}$ (ou $0{,}850 \times \dfrac{25}{60}$). (1)

c) Coût $= 0{,}354 \times 0{,}2276 \approx \mathbf{0{,}0806\ €}$, environ 8 centimes. (1)

d) $\Delta t = \dfrac{1{,}00}{0{,}850} \approx 1{,}176\ \text{h}$, soit 4 235 s (0,5 pt), environ **1 h 11 min** (0,5 pt). (1)

Erreur fréquente — Des watts multipliés par des minutes ne donnent ni des joules ni des kWh : secondes pour les joules, heures pour les kWh.

Exercice 3 – Effet Joule dans une résistance chauffante ★★ *(4 pts)*

a) $P_J = R \times I^2 = 38{,}0 \times 2{,}60^2 = 38{,}0 \times 6{,}76 \approx \mathbf{257\ W}$. (1)

b) Loi d'Ohm : $U = R \times I = 38{,}0 \times 2{,}60 = \mathbf{98{,}8\ V}$. (1)

c) $\Delta t = 2\,400\ \text{s}$: $E = 256{,}88 \times 2\,400 \approx \mathbf{6{,}17 \times 10^{5}\ J}$. (1)

d) $I' = 0{,}90 \times 2{,}60 = 2{,}34\ \text{A}$; $P' = 38{,}0 \times 2{,}34^2 \approx \mathbf{208\ W}$ (0,5 pt) ; baisse de **19 %**, car P varie comme I^2 et $0{,}90^2 = 0{,}81$ (0,5 pt). (1)

Le point clé — P = R × I² : une baisse de 10 % de l'intensité fait baisser la puissance dissipée de 19 %.

Exercice 4 – Modèle d'une source réelle de tension ★★★ *(4 pts)*

a) $r = \dfrac{8{,}76 - 8{,}40}{0{,}600 - 0{,}150} = \dfrac{0{,}36}{0{,}450} = \mathbf{0{,}800\ \Omega}$. (1)

b) $E = U + r \times I = 8{,}76 + 0{,}800 \times 0{,}150 = \mathbf{8{,}88\ V}$ (0,5 pt) ; vérification : $8{,}88 - 0{,}800 \times 0{,}600 = 8{,}40$ V (0,5 pt). (1)

c) $U = 8{,}88 - 0{,}800 \times 0{,}400 = \mathbf{8{,}56\ V}$ (0,5 pt) ; $P = U \times I = 8{,}56 \times 0{,}400 \approx \mathbf{3{,}42\ W}$ (0,5 pt). (1)

d) $P_r = r \times I^2 = 0{,}800 \times 0{,}400^2 = \mathbf{0{,}128\ W}$ (0,5 pt) ; $\eta = \dfrac{U}{E} = \dfrac{8{,}56}{8{,}88} \approx \mathbf{96{,}4\ \%}$ (0,5 pt). (1)

Repère — E est l'ordonnée à l'origine de la caractéristique et r l'opposé de son coefficient directeur.

Exercice 5 – Le moteur d'un portail ★★★ *(4 pts)*

a) 1,50 kW est une puissance : en 1 min $= \dfrac{1}{60}$ h, $E = 1{,}50 \times \dfrac{1}{60} = \mathbf{0{,}0250\ kWh}$ (0,5 pt), soit $E = 1\,500 \times 60 = 9{,}00 \times 10^4$ J : $\mathbf{9{,}00 \times 10^4\ J}$ (0,5 pt). (1)

b) $P_a = U \times I = 48{,}0 \times 12{,}5 = \mathbf{600\ W}$ (0,5 pt) ; $\eta = \dfrac{510}{600} = \mathbf{0{,}85}$, soit 85 % (0,5 pt). (1)

c) $\eta = 0{,}85 \times 0{,}90 = \mathbf{0{,}765}$; $P_u = 0{,}765 \times 600 = \mathbf{459\ W}$; pertes $600 - 459 = \mathbf{141\ W}$. (1)

d) Faux : même avec des fils parfaits, le moteur dissipe de l'énergie par effet Joule dans ses bobinages (0,5 pt) et par frottements dans le moteur et le réducteur (0,5 pt) ; ici le rendement global n'est que de 76,5 %. (1)

Attention — Le rendement d'une chaîne est le produit des rendements : il est plus petit que chacun d'eux.

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).