Corrigé et barème – l'énergie et ses conversions — niveau ★★★

Durée : 55 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique 3e

Exercice 1 – Corriger une copie *(4 pts)*

a) Noé oublie l'énergie cinétique du départ : en haut, Em = Ec + Ep (0,5 pt). Em = ½ × 500 × 6² + 98 000 = 9 000 + 98 000 = 107 000 J ; en bas, Ec = 107 000 J, v² = 2 × 107 000 ÷ 500 = 428, v ≈ **20,7 m/s**. (0,5 pt) (1)

b) Seule la distance de freinage suit le carré de la vitesse (× 2² = 4) ; la distance de réaction, parcourue à vitesse constante, n'est que doublée (0,5 pt). Réaction 11 × 2 = 22 m ; freinage 9 × 4 = 36 m ; distance d'arrêt **58 m**. (0,5 pt) (1)

c) 2 h 40 min ne s'écrit pas 2,40 h : 40 min = 40/60 h = 2/3 h, donc t = 8/3 h ≈ 2,67 h (0,5 pt). E = 1,5 × 8/3 = **4 kWh** ; coût : 4 × 0,20 = **0,80 €**. (0,5 pt) (1)

d) Formule inversée : I = P ÷ U = 2 200 ÷ 230 ≈ **9,6 A**, pas U ÷ P (0,5 pt). Ensemble : 2 200 + 2 000 = 4 200 W, plus que Pmax = 230 × 16 = 3 680 W (I ≈ 18,3 A, plus que 16 A) : **surcharge**, il ne faut pas les brancher ensemble sur cette multiprise. (0,5 pt) (1)

Erreur fréquente — oublier la vitesse de départ dans un calcul d'énergie mécanique : dès que l'objet bouge au départ, Em(départ) contient Ec et Ep.

Exercice 2 – Enquête — la station de pompage *(4 pts)*

a) Chaque seconde, l'eau perd Ep = 150 000 × 9,8 × 400 = 588 000 000 J : la turbine reçoit 588 MW (0,5 pt). Électrique : 588 × 0,9 = **529,2 MW**. (0,5 pt) (1)

b) m × 9,8 × 400 = 3 600 000 000 J (0,5 pt), donc m = 3 600 000 000 ÷ 3 920 ≈ 918 367 kg, soit **918 t** (environ 918 m³ d'eau) pour un seul MWh. (0,5 pt) (1)

c) Consommée : 700 × 6 = 4 200 MWh ; rendue : 4 200 × 0,75 = 3 150 MWh (0,5 pt). t = E ÷ P = 3 150 ÷ 529,2 ≈ 5,95 h, soit **environ 5 h 57 min**. (0,5 pt) (1)

d) **Faux** : elle rend moins qu'elle ne consomme (4 200 − 3 150 = 1 050 MWh perdus par cycle, 25 %) ; elle ne crée pas d'énergie, elle la met en réserve sous forme d'**énergie de position** de l'eau (0,5 pt). Utile : la nuit, la production dépasse la consommation et la fréquence monterait au-dessus de 50 Hz, elle pompe l'excédent ; à la pointe, la consommation dépasse la production et la fréquence baisserait sous 50 Hz, elle turbine : elle **déplace l'énergie dans le temps**. (0,5 pt) (1)

Astuce — 1 MWh = 1 000 000 W × 3 600 s = 3 600 000 000 J : pour comparer une énergie de position en joules à une énergie électrique en MWh, on convertit avant de calculer.

Exercice 3 – Enquête — la facture qui grimpe *(4 pts)*

a) Octobre : 24 588 − 24 318 = **270 kWh**, 270 × 0,20 = 54,00 € ; novembre : 25 038 − 24 588 = **450 kWh**, 90,00 € (0,5 pt). Augmentation : 180 kWh, soit **36,00 €**. (0,5 pt) (1)

b) t = E ÷ P = 180 kWh ÷ 2 kW = 90 h (0,5 pt), soit 90 ÷ 30 = **3 h par jour** : vraisemblable pour un radiateur allumé chaque soir d'automne. (0,5 pt) (1)

c) Les deux radiateurs convertissent toute l'énergie électrique reçue en énergie thermique (effet Joule recherché, rendement de 100 %) (0,5 pt). Pour apporter la même chaleur, il faut la même énergie, 180 kWh : le radiateur de 1 000 W devrait chauffer **deux fois plus longtemps**, 6 h par jour ; la consommation ne change pas, **la fille a tort**. (0,5 pt) (1)

d) Box et décodeur : 14 + 6 = 20 W ; sur l'année : 20 × 10 × 365 = 73 000 Wh = **73 kWh** (0,5 pt), soit 73 × 0,20 = **14,60 €** par an, moins de la moitié des 36 € du radiateur en un seul mois : **le fils se trompe**, même si l'économie reste utile. (0,5 pt) (1)

Piège — un appareil moins puissant ne consomme moins que s'il ne fonctionne pas plus longtemps : deux fois moins de watts pendant deux fois plus de temps, c'est la même énergie.

Exercice 4 – Problème — le refuge isolé *(4 pts)*

a) Électrique = 60 % de la puissance reçue : la turbine doit recevoir 2 940 ÷ 0,6 = 4 900 W (et non 2 940 × 0,6), soit 4 900 J d'énergie de position perdue chaque seconde (0,5 pt). m × 9,8 × 20 = 4 900, donc m = 4 900 ÷ 196 = **25 kg** d'eau par seconde. (0,5 pt) (1)

b) 1 500 + 1 200 + 150 + 120 = 2 970 W, plus que les 2 940 W disponibles : **non**, 30 W de trop (0,5 pt). La consommation dépasse la production : l'alternateur ralentit, la **fréquence descend sous 50 Hz** (et la tension baisse). Solution : ne pas faire chauffer l'eau pendant la cuisson, par exemple faire fonctionner le chauffe-eau la nuit. (0,5 pt) (1)

c) Production plus grande que la consommation : l'alternateur accélérerait et la **fréquence monterait au-dessus de 50 Hz** (0,5 pt). Chauffe-eau : E = 1,2 kW × 8 h = **9,6 kWh**, gardés sous forme d'énergie thermique de l'eau (effet Joule recherché) ; il reste encore 2 940 − 200 − 1 200 = **1 540 W** d'excédent à consommer ou à dissiper. (0,5 pt) (1)

d) I = P ÷ U : 2 940 ÷ 230 ≈ **12,8 A** ; 2 940 ÷ 2 300 ≈ **1,28 A**, dix fois moins, donc beaucoup moins d'effet Joule dans le câble ; un transformateur **élévateur** près de la turbine, un **abaisseur** au refuge (0,5 pt). **Non**, pas tel quel : les panneaux fournissent une tension continue, et un transformateur ne fonctionne qu'en alternatif ; il faudrait d'abord un onduleur. (0,5 pt) (1)

Méthode — un petit réseau isolé obéit à la même règle que le réseau national : production = consommation à chaque instant, sinon la fréquence s'écarte de 50 Hz.

Exercice 5 – Problème — le camion dans la descente *(4 pts)*

a) $m = 36\,000$ kg ; $v = 90 \div 3{,}6 = 25$ m/s (0,5 pt) ; $Ec = ½ \times 36\,000 \times 25^2 = 11\,250\,000$ J = **11,25 MJ**. (0,5 pt) (1)

b) Vitesse constante : Ec ne change pas, toute l'énergie de position perdue est dissipée : $36\,000 \times 9{,}8 \times 600 = 211\,680\,000$ J ≈ **212 MJ** (0,5 pt), environ **19 fois** l'énergie cinétique à 90 km/h. Cette énergie devient de l'énergie thermique dans les freins, qui peuvent chauffer au point de ne plus freiner. (0,5 pt) (1)

c) Sans frottement : $h = v^2 \div (2 \times g) = 625 \div 19{,}6 \approx$ **31,9 m** (0,5 pt). Gain d'Ep : $36\,000 \times 9{,}8 \times 6 = 2\,116\,800$ J ; dissipée : $11\,250\,000 - 2\,116\,800 =$ **9 133 200 J**, soit $9\,133\,200 \div 11\,250\,000 \approx$ **81 %**, convertis en énergie thermique dans le gravier. (0,5 pt) (1)

d) $0{,}6 \times 211\,680\,000 = 127\,008\,000$ J (0,5 pt), soit $127\,008\,000 \div 3\,600\,000 =$ **35,28 kWh**. Entraîné par les roues, le moteur convertit l'énergie cinétique de rotation en **énergie électrique**, comme l'alternateur d'une centrale ; les freins chauffent beaucoup moins. (0,5 pt) (1)

Piège — à vitesse constante, l'énergie cinétique ne change pas : dans une descente, c'est toute l'énergie de position perdue qu'il faut dissiper ou récupérer.

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).