Devoir surveillé – l'énergie et ses conversions — niveau ★★★

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

Nom : _____ Date : _____ Note : _____ / 20

Tous les calculs doivent figurer sur la copie. Les résultats seront donnés sous la forme la plus simple possible.

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

Voici quatre réponses de la copie de Noé. Chacune contient au moins une erreur. Pour chaque réponse, repère l'erreur, explique-la, puis donne le résultat juste. Données : $E_p = m \times g \times h$, avec $g = 9{,}8$ N/kg.

a) « Un wagonnet de 500 kg roule à 6 m/s en haut d'une pente de 20 m de dénivelé, puis descend sans frottement. En bas : $E_c = E_p(\text{haut}) = 500 \times 9{,}8 \times 20 = 98\,000$ J, donc $v = \sqrt{(2 \times 98\,000 \div 500)} \approx 19{,}8$ m/s. »

b) « À 40 km/h, sur cette route, ma distance d'arrêt est de 20 m : 11 m de réaction et 9 m de freinage. À 80 km/h, la vitesse double, donc la distance d'arrêt est 4 fois plus grande : 80 m. »

c) « Un radiateur de 1 500 W chauffe pendant 2 h 40 min : $E = 1{,}5 \times 2{,}40 = 3{,}6$ kWh, soit $3{,}6 \times 0{,}20 = 0{,}72$ €. »

d) « Ma bouilloire porte "230 V ~ 2 200 W" : elle est traversée par $I = 230 \div 2\,200 \approx 0{,}10$ A. Elle ne demande presque rien : je peux la faire chauffer en même temps que mon four de 2 000 W sur ma multiprise de 16 A. »

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

Une STEP relie deux lacs ; le lac du haut est 400 m au-dessus des turbines. Quand elle turbine, 150 000 kg d'eau (150 m³) descendent chaque seconde, et turbine et alternateur ont ensemble un rendement de 90 %. La nuit, elle pompe pendant 6 h en consommant 700 MW ; sur un cycle complet, elle rend 75 % de l'énergie consommée au pompage. Données : $E_p = m \times g \times h$, avec $g = 9{,}8$ N/kg ; 1 MWh = 3 600 000 000 J.

a) Calcule la puissance électrique que fournit la STEP quand elle turbine.

b) Quelle masse d'eau faut-il monter dans le lac du haut pour y mettre en réserve 1 MWh d'énergie de position ? Donne-la en tonnes (à la tonne près).

c) Après une nuit de pompage, pendant combien de temps la STEP peut-elle turbiner à pleine puissance ? Donne la réponse en heures et minutes.

d) Un élève affirme : « Une STEP crée de l'électricité : plus elle pompe, plus elle en produit. » Corrige-le, puis explique, à l'aide de la fréquence du réseau, pourquoi une STEP est pourtant utile.

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

Index du compteur d'une famille : 24 318 kWh le 1er octobre, 24 588 kWh le 1er novembre, 25 038 kWh le 1er décembre ; le kWh coûte 0,20 €. Début novembre, elle a acheté un radiateur bain d'huile de 2 000 W.

a) Calcule la consommation et son coût en octobre, puis en novembre, et la hausse de la facture d'énergie.

b) Si toute la hausse vient du radiateur, combien d'heures par jour a-t-il fonctionné en novembre (30 jours) ? Est-ce vraisemblable ?

c) Sa fille veut le remplacer par un radiateur soufflant de 1 000 W, « qui consommera deux fois moins pour chauffer autant ». A-t-elle raison ? Justifie.

d) Son fils propose d'éteindre chaque nuit (10 h) la box internet (14 W), allumée jour et nuit, et le décodeur TV en veille (6 W) : « en un an, on économiserait ce que coûte le radiateur en un mois. » Vérifie.

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

Un refuge isolé a sa petite centrale hydraulique : l'eau descend de 20 m jusqu'à la turbine (rendement de turbine + alternateur : 60 %). À la bonne vitesse, l'alternateur fournit 230 V alternatifs, à 50 Hz, et au plus 2 940 W. Appareils : plaque de cuisson 1 500 W, chauffe-eau 1 200 W, réfrigérateur 150 W, éclairage 120 W. Données : $E_p = m \times g \times h$, avec $g = 9{,}8$ N/kg.

a) Quelle masse d'eau doit arriver chaque seconde à la turbine pour fournir ces 2 940 W ?

b) Le soir, le gardien veut faire fonctionner les quatre appareils ensemble. Est-ce possible ? Que deviendrait la fréquence ? Propose une solution.

c) La nuit, seuls le réfrigérateur et une veilleuse consomment (200 W) : que deviendrait la fréquence ? Le gardien fait alors chauffer l'eau 8 h : quelle énergie met-il en réserve, en kWh ? Reste-t-il un excédent ?

d) Le câble de 1 km entre turbine et refuge chauffe trop ; un électricien propose de transporter sous 2 300 V. Calcule l'intensité à pleine puissance sous 230 V, puis sous 2 300 V. Quels transformateurs faut-il, et où ? Et avec des panneaux photovoltaïques à la place de la turbine ?

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

Un camion de 36 t aborde une longue descente d'autoroute (frottements de l'air et des pneus négligés). Données : $E_p = m \times g \times h$, avec $g = 9{,}8$ N/kg ; 1 kWh = 3 600 000 J.

a) Le camion roule à 90 km/h. Calcule son énergie cinétique, en MJ.

b) Il descend ensuite 600 m de dénivelé à vitesse constante en freinant. Quelle énergie ses freins dissipent-ils ? Compare-la à Ec : pourquoi les freins peuvent-ils surchauffer ?

c) Freins hors d'usage, il entre à 90 km/h dans une voie de détresse (rampe montante couverte de gravier). Sans frottement, de quelle hauteur monterait-il ? Il s'arrête en fait après 6 m de dénivelé : calcule l'énergie dissipée dans le gravier et sa part de l'énergie cinétique.

d) Un camion électrique de même masse descend les mêmes 600 m à vitesse constante ; son moteur, entraîné par les roues, recharge la batterie avec 60 % de l'énergie de position perdue. Calcule cette énergie en kWh. Quelle conversion réalise le moteur ?

Bon courage !

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).