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 – Problème — la tyrolienne *(5 pts)*

Dans un parc de loisirs, une tyrolienne part d'une plateforme A et descend jusqu'à l'arrivée B, 30 m plus bas (référence des hauteurs : B). Léo et son harnais ont une masse de 60 kg ; il s'élance de A sans vitesse. Un frein ralentit les visiteurs à l'approche de B. Données : $E_p = m \times g \times h$, avec $g = 9{,}8$ N/kg.

a) Calcule l'énergie mécanique de Léo en A.

b) S'il n'y avait ni frottement ni frein, à quelle vitesse Léo arriverait-il en B ? Donne-la en m/s (au dixième), puis en km/h (à l'unité).

c) Un radar mesure 14 m/s au point C, 12 m au-dessus de B, avant le frein. Calcule l'énergie mécanique de Léo en C. Les frottements agissent-ils déjà entre A et C ? Justifie.

d) Léo arrive en B à 12 m/s. Calcule l'énergie dissipée entre A et B, puis le pourcentage de l'énergie de départ qu'elle représente (à l'unité).

e) Un adulte de 90 kg (avec son harnais) descend à son tour ; on admet que le même pourcentage de son énergie de départ est dissipé. À quelle vitesse arrive-t-il en B ? Que remarques-tu ?

Exercice 2 – Problème — le vélo qui éclaire *(5 pts)*

Au foyer du collège, un vélo fixe entraîne un petit alternateur à aimant qui alimente une guirlande lumineuse. Ben relie l'alternateur à un oscilloscope réglé sur 4 V/div et 5 ms/div. Quand Inès pédale tranquillement, la crête de la courbe monte à 3 divisions et un motif complet occupe 5 divisions. Le kWh coûte 0,20 €. Données : $E_p = m \times g \times h$, avec $g = 9{,}8$ N/kg.

a) Donne la valeur maximale de la tension et sa période, puis calcule sa fréquence. Cette tension est-elle continue ou alternative ? Justifie.

b) Inès accélère : le motif n'occupe plus que 4 divisions. Calcule la nouvelle fréquence. Comment évolue la hauteur de la crête ? Que montre l'écran si elle cesse de pédaler ? Justifie.

c) Quand Inès pédale tranquillement, le pédalier transmet 100 W à l'alternateur, qui fournit 80 W électriques à la guirlande. Calcule le rendement de l'alternateur. Que devient la puissance qui n'arrive pas à la guirlande ? Comment s'appelle ce phénomène ?

d) Inès pédale ainsi pendant 30 min. Calcule l'énergie électrique fournie à la guirlande, en Wh puis en joules. Combien coûterait la même énergie achetée sur le réseau ?

e) Avec cette énergie, un moteur parfait (rendement de 100 %) pourrait hisser Inès, 48 kg, de quelle hauteur ? Rapproche ce résultat du coût trouvé à la question précédente : que peux-tu en conclure sur le kilowattheure ?

Exercice 3 – Problème — la buanderie *(5 pts)*

Dans la buanderie d'une maison, sous 230 V, le circuit des prises a des fils de 2,5 mm² et un disjoncteur de 20 A. On y branche un lave-linge dont la résistance chauffe l'eau avec 2 300 W, un sèche-linge de 2 760 W et un fer à repasser de 1 380 W ; on les traite tous comme des appareils qui chauffent. Des fils de 1,5 mm² supportent jusqu'à 16 A, des fils de 2,5 mm² jusqu'à 20 A. Le kWh coûte 0,20 €.

a) Calcule l'intensité du courant qui traverse chaque appareil quand il fonctionne normalement.

b) Calcule la puissance maximale du circuit. Quels appareils peuvent fonctionner deux à deux sur ce circuit sans surcharge ? Justifie par des calculs.

c) Pour faire tourner le lave-linge et le sèche-linge en même temps, l'électricien crée pour le sèche-linge un circuit à part, en fils de 2,5 mm² protégé par un disjoncteur de 20 A. Montre que ce calibre convient. Un voisin conseille plutôt un disjoncteur de 10 A, « plus prudent » : que lui réponds-tu ?

d) Un cycle de séchage dure 1 h 15 min ; on admet que le sèche-linge reçoit 2 760 W pendant tout le cycle. Calcule l'énergie d'un cycle en kWh, puis le coût d'une année à raison de 3 cycles par semaine pendant 52 semaines.

e) Un sèche-linge à pompe à chaleur sèche le même linge en 2 h 30 min, en recevant en moyenne 600 W. Il est moins puissant, mais il tourne deux fois plus longtemps : fait-il vraiment économiser ? Calcule l'économie d'énergie et d'argent sur une année.

Exercice 4 – Problème — le parc éolien en mer *(5 pts)*

Un parc éolien en mer compte 60 éoliennes de 8 MW chacune. Dans chaque éolienne, les pales entraînent l'alternateur à travers un multiplicateur, puis un transformateur porte la tension à 66 000 V. Un poste en mer élève ensuite la tension à 225 000 V, et deux câbles identiques apportent l'électricité à la côte. Données : 1 MW = 1 000 000 W ; 1 GWh = 1 000 MWh ; une année compte 8 760 h.

a) Décris la chaîne énergétique d'une éolienne, du vent au câble : forme d'énergie reçue, convertisseur principal, forme d'énergie utile, forme d'énergie dissipée. Précise la partie de l'alternateur qui tourne.

b) Calcule la puissance du parc à plein régime, puis l'énergie qu'il fournit en 24 h de vent fort, en MWh et en GWh.

c) À plein régime, chaque câble transporte la moitié de la puissance du parc. Calcule l'intensité dans un câble sous 225 000 V, puis ce qu'elle serait sous 66 000 V (à l'unité). Quel type de transformateur le poste en mer contient-il, et à quoi sert-il ?

d) Le vent tombe brusquement : le parc ne fournit plus que 80 MW, et la consommation ne change pas. Que devient la fréquence du réseau ? Justifie. Une centrale au gaz de rendement 55 % démarre pour remplacer toute la puissance perdue : quelle puissance doit-elle recevoir du gaz (au MW près) ?

e) Sur une année, le parc fournit 1 800 GWh. Quelle part est-ce de l'énergie qu'il fournirait s'il tournait toute l'année à plein régime ? Explique l'écart.

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).