

DEVOIR SURVEILLE – SCIENCES PHYSIQUES



Calculatrice autorisée



Durée: 50min



Toutes vos réponses doivent être correctement rédigées et justifiées.

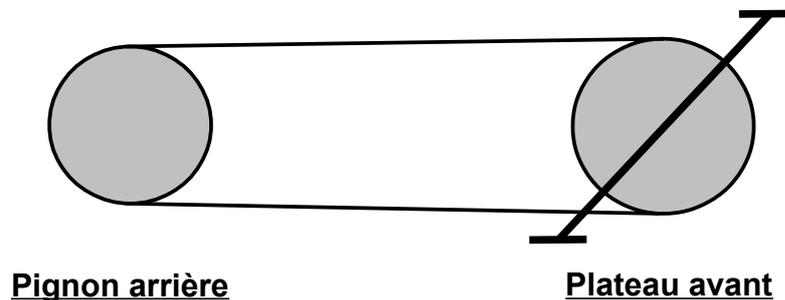
points

Montée et descente d'un coureur cycliste

Dans une étape de montage, un coureur cycliste aborde un col avec une vitesse v qu'il va maintenir constante toute la montée.

Il pédale en continu sans changer de braquet (toujours le même plateau et le même pignon).

Pour cela on schématise l'ensemble (chaîne-pignon-plateau) ci-dessous :



Pignon arrière

Plateau avant

1. Calculer, en $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$, la vitesse angulaire ω de la roue arrière.

Le coureur cycliste possède une vitesse v constante. Cela veut dire que tous les points extérieurs des roues se déplacent avec cette vitesse.

Sachant que $v = R \cdot \omega$

On en déduit $\omega = \frac{v}{R}$

$$\omega = \frac{4,2}{0,35} = 12 \text{ rad}\cdot\text{s}^{-1}$$

/2

points

2. En déduire en tr.min^{-1} , la vitesse de rotation du plateau correspondant à la cadence du pédalage du cycliste. Arrondir le résultat à l'unité.

/4

Détailler toute votre démarche.

Le pignon arrière et le plateau avant étant reliés par une chaîne, la vitesse des points extérieurs de ces derniers est identique.

On en déduit donc que $v_{\text{pignon}} = v_{\text{plateau}}$ soit $\omega_{\text{pignon}} \cdot R_{\text{pignon}} = \omega_{\text{plateau}} \cdot R_{\text{plateau}}$.

$$\text{Au final } \omega_{\text{plateau}} = \omega_{\text{pignon}} \cdot \frac{R_{\text{pignon}}}{R_{\text{plateau}}}$$

$$\text{On obtient } \omega_{\text{plateau}} = 12 \times \frac{8,0 \cdot 10^{-2}}{10 \cdot 10^{-2}} = 9,6 \text{ rad.s}^{-1}$$

$$\text{Soit } \omega_{\text{plateau}} = \frac{9,6 \times 60}{2\pi} = 92 \text{ tr.min}^{-1}$$

3. Calculer le temps mis par le coureur cycliste pour atteindre le sommet du col.

/2

$$\text{On sait que } v_{\text{moy}} = \frac{d}{\Delta t} \text{ soit } \Delta t = \frac{d}{v_{\text{moy}}}$$

$$\text{On en déduit } \Delta t = \frac{4,0 \cdot 10^3}{4,2} = 9,5 \cdot 10^2 \text{ s} \text{ soit environ } 16 \text{ min.}$$

4. En déduire la puissance moyenne fournie par le coureur cycliste lors de cette ascension.

/4

Détailler toute votre démarche.

$$\text{On sait que } P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Dans notre situation le cycliste possède une énergie mécanique.

L'énergie mécanique du coureur cycliste est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur. La vitesse du coureur étant constante, son énergie cinétique ne varie pas. Par contre, ce dernier prend de la hauteur, son énergie potentielle de pesanteur augmente donc.

$$\text{On en déduit } P = \frac{m \cdot g \cdot h}{\Delta t}$$

$$\text{Soit } P = \frac{70 \times 9,8 \times 400}{9,5 \cdot 10^2} = 2,9 \cdot 10^2 \text{ W} \text{ soit environ } 290 \text{ W}$$

points

Arrivé en haut du col, le coureur cycliste amorce la descente avec la vitesse v à laquelle il est monté. Pour récupérer, ce dernier ne pédale pas durant la descente et se met en position aérodynamique sur son vélo pour minimiser les frottements avec l'air.

On considère pour cet exercice que le cycliste n'est soumis qu'à son propre poids et aucune autre force durant toute la descente.

5. Quelle(s) type(s) d'énergie(s) possède le cycliste en haut de la descente ?

/1

En haut de la descente, le coureur cycliste possède une énergie potentielle de pesanteur ainsi que de l'énergie cinétique car il est en hauteur et en mouvement.

6. Calculer sa(s) valeur(s).

/2

On sait que $E_{pp} = m.g.h$

$$\text{Soit } E_{pp} = 70 \times 9,8 \times 400 = 2,7 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$\text{De la même manière } E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

$$\text{Soit } E_c = \frac{1}{2} \times 70 \times 4,2^2 = 6,2 \cdot 10^2 \text{ J}$$

On peut remarquer que cette énergie est négligeable devant l'énergie potentielle de pesanteur.

7. Quelle type d'énergie possède le cycliste en bas de la descente ?

/1

En bas de la descente, le cycliste ne possède que de l'énergie cinétique.

8. Quelle est sa valeur ? Justifier.

/2

Sachant que le cycliste n'est soumis qu'à son propre poids et aucune autre force durant toute la descente, son énergie mécanique se conserve.

On en déduit donc que l'énergie mécanique du cycliste en bas de la descente qui est uniquement sous forme cinétique est égale à l'énergie mécanique du cycliste en haut de la pente.

$$\text{Soit } E_c = 2,7 \cdot 10^5 \text{ J}$$

points

/2

9. En déduire la vitesse du cycliste en m.s^{-1} puis en km.h^{-1} . Ce résultat est-il cohérent ?
Proposer une explication.

On sait que $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$ soit $v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$

On en déduit $v = \sqrt{\frac{2 \times 2,7 \cdot 10^5}{70}} = 88 \text{ m.s}^{-1}$ soit environ 320 km/h

Ce résultat n'est pas du tout cohérent !!!

il s'explique cependant par le fait que nous avons fait l'hypothèse que l'énergie mécanique du coureur cycliste se conserve tout au long de la descente. En réalité, ce n'est pas le cas, les forces de frottement, en particulier avec l'air, vont dissiper une partie de cette énergie...

Données :

- Altitude en bas du col : $h_1 = 0 \text{ m}$;
- Altitude en haut du col : $h_2 = 400 \text{ m}$;
- Longueur de la montée : $L = 4,0 \text{ km}$
- Masse du coureur cycliste et de son vélo : $m = 70 \text{ kg}$;
- Intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.
- Diamètre d'une roue : $D = 700 \text{ mm}$;
- Rayon du plateau avant : $R = 10 \text{ cm}$;
- Rayon du pignon arrière : $r = 8,0 \text{ cm}$;
- Vitesse linéaire de déplacement du coureur cycliste lors de la montée : $v = 4,2 \text{ m.s}^{-1}$.