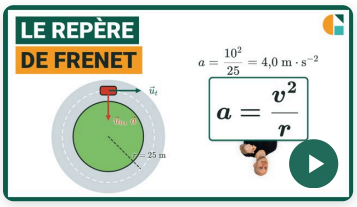
Exercices corrigés

Utiliser le repère de Frenet dans un mouvement circulaire

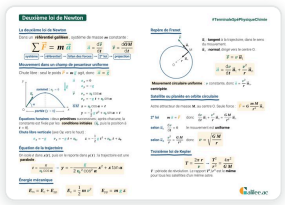
Cinématique et deuxième loi de Newton • Compétence 7 • Terminale spécialité physique-chimie



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T10-7



La fiche de cours

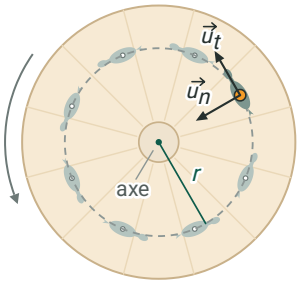
Tout le chapitre sur une page.

galilee.ac/F/lois-de-newton

Exercice 1 Le cheval de bois

Sur un manège, un cheval de bois est fixé à $r = 4{,}0\ \mathrm{m}$ de l'axe de rotation. Le manège tourne régulièrement : le cheval fait un tour complet en $8{,}0\ \mathrm{s}$. On note $(\vec{u}_t, \vec{u}_n)$ le repère de Frenet lié au cheval. Données : longueur d'un tour $2\pi r$; dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\,\vec{u}_t + \dfrac{v^2}{r}\,\vec{u}_n$.

vue de dessus



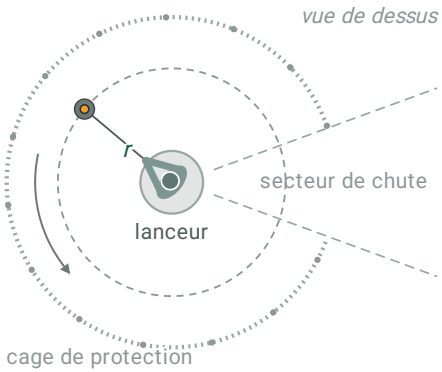
1) Calculer la valeur de la vitesse du cheval.

2) Calculer la valeur de son accélération.

3) Donner la direction et le sens de l'accélération du cheval.

Exercice 2 Le lancer de marteau

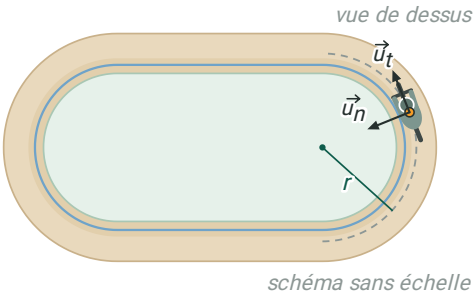
Juste avant le lâcher, la boule d'un marteau d'athlétisme, de masse $m = 7{,}26\ \text{kg}$, décrit un cercle horizontal de rayon $r = 1{,}8\ \text{m}$ à la vitesse $v = 28\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$, supposée constante. Le poids de la boule est négligé devant la force exercée par le câble. Données : dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\,\vec{u}_t + \dfrac{v^2}{r}\,\vec{u}_n$; deuxième loi de Newton dans un référentiel galiléen : $\sum \vec{F} = m\,\vec{a}$.



1) Calculer la valeur de l'accélération de la boule, avec 3 chiffres significatifs.
2) Calculer la valeur de la force exercée par le câble sur la boule.
3) Le lanceur lâche le câble. Indiquer la direction dans laquelle la boule part juste après.

Exercice 3 Type bac : sur le vélodrome

Sur un vélodrome, une cycliste aborde un virage assimilé à un arc de cercle de rayon $r = 30\ \text{m}$. À l'instant étudié, sa vitesse vaut $v = 46{,}8\ \text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ et augmente : $\dfrac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 2{,}5\ \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$. La cycliste et son vélo ont une masse totale $m = 72\ \text{kg}$. On note $(\vec{u}_t, \vec{u}_n)$ le repère de Frenet.



1) Convertir la vitesse de la cycliste en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.
2) Calculer la coordonnée de l'accélération sur $\vec{u}_n$, avec 3 chiffres significatifs.
3) Calculer la valeur de l'accélération, avec 3 chiffres significatifs.
4) Calculer la valeur de la somme des forces appliquées au système {cycliste et vélo}.

Utiliser le repère de Frenet dans un mouvement circulaire

Exercice 1 Le cheval de bois

1) Le mouvement est circulaire uniforme : la vitesse est la longueur d'un tour divisée par la durée d'un tour.

$$v = \frac{2\pi r}{\Delta t} = \frac{2\pi \times 4{,}0}{8{,}0} \approx 3{,}14 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2) Dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\,\vec{u}_t + \frac{v^2}{r}\,\vec{u}_n$. La valeur de la vitesse est constante, donc $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 0$: il reste le terme porté par $\vec{u}_n$.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{3{,}14^2}{4{,}0} \approx 2{,}5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

3) L'accélération est portée par $\vec{u}_n$, qui pointe vers le centre du cercle : elle est dirigée vers l'axe du manège. Elle n'est pas nulle, car la direction du vecteur vitesse change à chaque instant.

selon $\vec{u}_n$, vers l'axe du manège

Exercice 2 Le lancer de marteau

1) La valeur de la vitesse est constante, donc $\frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 0$: dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \frac{v^2}{r}\,\vec{u}_n$.

$$a = \frac{v^2}{r} = \frac{28^2}{1{,}8} \approx 436 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

2) Le câble exerce la seule force prise en compte. D'après la deuxième loi de Newton, $\vec{F} = m\,\vec{a}$: cette force est dirigée vers le centre du cercle, comme l'accélération.

$$F = m\,a = 7{,}26 \times 436 \approx 3{,}2 \times 10^3 \text{ N}$$

3) Dans le repère de Frenet, $\vec{v} = v\,\vec{u}_t$: au moment du lâcher, le vecteur vitesse est tangent au cercle. Le câble ne tire plus la boule vers le centre : elle part selon la tangente.

selon la tangente au cercle au point de lâcher

Exercice 3 Type bac : sur le vélodrome

1) On divise par 3,6 :

$$v = \frac{46{,}8}{3{,}6} = 13{,}0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

2) Dans le repère de Frenet, $\vec{a} = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t}\,\vec{u}_t + \frac{v^2}{r}\,\vec{u}_n$. La coordonnée sur $\vec{u}_n$ est :

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{13{,}0^2}{30} \approx 5{,}63 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

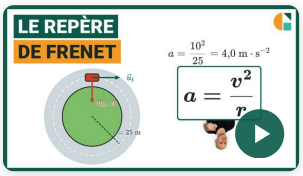
3) La vitesse augmente : le mouvement n'est pas uniforme, et l'accélération a aussi une coordonnée sur $\vec{u}_t$, $a_t = \frac{\mathrm{d}v}{\mathrm{d}t} = 2{,}5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Les deux vecteurs unitaires sont perpendiculaires :

$$a = \sqrt{a_t^2 + a_n^2} = \sqrt{2{,}5^2 + 5{,}63^2} \approx 6{,}16 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Exercice 3 (suite) Type bac : sur le vélodrome

4) D'après la deuxième loi de Newton, dans le référentiel terrestre supposé galiléen, $\Sigma\vec{F} = m\,\vec{a}$:

$$\Sigma F = m\,a = 72 \times 6{,}16 \approx 4{,}4 \times 10^{2}\ \text{N}$$



Vidéo du cours et deux exercices gratuits supplémentaires !

Exercices corrigés pas à pas, sur la page de la compétence.

galilee.ac/V/T10-7

Repère de Frenet, mouvement circulaire : exercices corrigés PDF (Terminale spécialité physique-chimie). Utiliser le repère de Frenet dans un mouvement circulaire : le vecteur accélération a une coordonnée tangentielle, dérivée de la valeur de la vitesse, et une coordonnée normale, v au carré divisé par le rayon, dirigée vers le centre. Un mouvement circulaire uniforme a donc une accélération non nulle, centripète ; la deuxième loi de Newton donne ensuite la force qui la produit. Méthode en vidéo et exercices interactifs corrigés sur galilee.ac.