BURHAN

Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/rotation-d-un-solide-autour-d-un-axe-fixe/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe	Application	8

Exercice 1

Vitesse et accélération d'un trou de tambour d'essoreuse

Pendant l'essorage, le tambour d'un lave-linge tourne autour de son axe fixe à vitesse constante, à raison de $1{,}40 \times 10^{3}\ \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

Un trou de la paroi du tambour est situé à la distance $R = 0{,}23\,\text{m}$ de l'axe. On donne $g = 9{,}80\,\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1.

Calculer la vitesse angulaire ω du tambour en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

INDICE

Outil : une minute vaut $60\,\text{s}$ et un tour 2π radians : exprimer d'abord la fréquence N en tours par seconde, puis $\omega = 2\pi N$.

2.

En déduire la vitesse v du trou de la paroi.

INDICE

Outil : un point situé à la distance R de l'axe a pour vitesse $v = R\,\omega$, avec ω en $\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$.

3.

Calculer l'accélération normale a_N de ce trou et la comparer à g.

INDICE

Outil : $a_N = R\,\omega^2$; la rotation étant uniforme, $a_T = R\,\alpha = 0$. Le rapport $\dfrac{a_N}{g}$ est sans unité.

Exercice 2

Angle balayé et arc parcouru par une pale d'hélicoptère

En vol stationnaire, le rotor principal d'un hélicoptère tourne à vitesse angulaire constante, à raison de $3{,}6 \times 10^{2}\ \text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$. L'extrémité d'une pale est à la distance $R = 5{,}0\ \text{m}$ de l'axe de rotation.

On oriente le cercle décrit par l'extrémité de la pale dans le sens du mouvement et on prend $\theta = 0$ à l'instant $t = 0$.

1.

Calculer la vitesse angulaire ω du rotor.

INDICE

Outil : $\omega = 2\pi N$, où N est la fréquence de rotation en tours par seconde : convertir d'abord les tours par minute.

2.

Calculer l'abscisse angulaire θ de la pale à $t = 0{,}50\ \text{s}$, puis le nombre de tours effectués depuis $t = 0$.

INDICE

Outil : en rotation uniforme, $\theta(t) = \omega\, t + \theta_0$; un tour correspond à 2π radians.

3.

Calculer la longueur de l'arc parcouru par l'extrémité de la pale pendant cette demi-seconde, puis la vitesse de cette extrémité.

INDICE

Outil : l'abscisse curviligne vaut $s = R\,\theta$ et la vitesse $v = R\,\omega$, avec θ en radians.

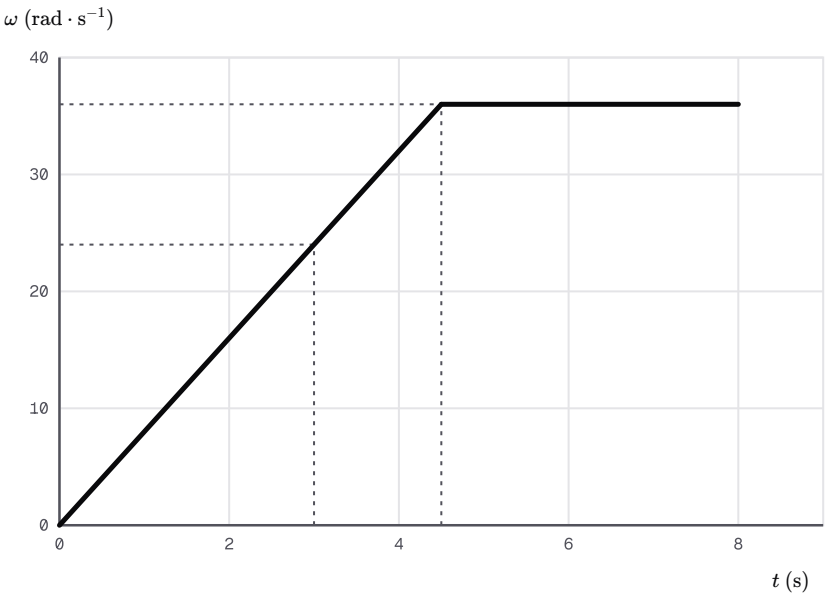
Exercice 3

Démarrage d'un ventilateur lu sur sa courbe de vitesse

Un capteur enregistre la vitesse angulaire ω d'un ventilateur de plafond depuis sa mise en marche, à $t = 0$. Le document donne la courbe $\omega(t)$ obtenue.

L'extrémité d'une pale est à la distance $R = 0{,}30\,\text{m}$ de l'axe de rotation.

Document. Courbe de la vitesse angulaire du ventilateur.



Vitesse angulaire du ventilateur au démarrage

1.

Décrire la nature de la rotation du ventilateur pendant chacune des deux phases du document.

INDICE

Outil : sur chaque phase, observer la forme de la courbe : que dit-elle de l'évolution de ω au cours du temps ?

2.

Déterminer l'accélération angulaire α du ventilateur pendant la première phase.

INDICE

Outil : α est le coefficient directeur de la droite $\omega(t)$: $\alpha = \dfrac{\Delta\omega}{\Delta t}$, lu entre deux points éloignés.

3.

Calculer les coordonnées a_T et a_N de l'accélération de l'extrémité d'une pale à l'instant $t = 3{,}0\,\text{s}$.

INDICE

Outil : $a_T = R\,\alpha$ et $a_N = R\,\omega^2$; lire d'abord ω à cet instant sur la courbe.

Exercice 4

Équations horaires du démarrage d'une défonceuse

L'arbre d'une défonceuse de menuiserie part du repos à $t = 0$, avec une accélération angulaire constante $\alpha = 75\,\mathrm{rad\cdot s^{-2}}$, pendant une durée de $4{,}0\,\mathrm{s}$.

On prend l'abscisse angulaire $\theta_0 = 0$ à $t = 0$.

1.

Écrire les expressions de $\omega(t)$ et de $\theta(t)$ pendant le démarrage.

INDICE

Outil : en rotation uniformément variée, $\omega(t) = \alpha\,t + \omega_0$ et $\theta(t) = \frac{1}{2}\alpha\,t^2 + \omega_0\,t + \theta_0$.

2.

Calculer la vitesse angulaire atteinte à la fin du démarrage.

INDICE

Outil : remplacer t par la durée du démarrage dans $\omega(t)$.

3.

Calculer le nombre de tours effectués par l'arbre pendant le démarrage.

INDICE

Outil : calculer θ à la fin du démarrage, puis diviser par 2π.

Exercice 5

Freinage d'un disque de scooter sur un angle connu

Au début du freinage, le disque de frein d'un scooter tourne à $\omega_0 = 90{,}0\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$. Sa rotation est ensuite uniformément ralentie jusqu'à l'arrêt.

Entre le début du freinage et l'arrêt, le disque tourne de $\Delta\theta = 270\,\mathrm{rad}$. Le sens positif est celui de la rotation.

1.

Calculer l'accélération angulaire α du disque pendant le freinage.

INDICE

Outil : la relation $\omega^2 - \omega_0^2 = 2\alpha\,\Delta\theta$ ne fait pas intervenir la durée ; à l'arrêt, $\omega = 0$.

2.

Calculer la durée du freinage.

INDICE

Outil : écrire $\omega(t) = \alpha\,t + \omega_0$ et chercher l'instant où ω s'annule.

3.

Justifier, à l'aide du signe du produit $\omega\,\alpha$, que la rotation est ralentie.

INDICE

Outil : une rotation est accélérée si $\omega\,\alpha > 0$ et ralentie si $\omega\,\alpha < 0$.

Exercice 6

Ralentissement du disque d'un touret à polir

Le disque de feutre d'un touret à polir est un disque homogène de masse $m = 1{,}8\,\mathrm{kg}$ et de rayon $R = 0{,}10\,\mathrm{m}$, qui tourne autour de son axe fixe horizontal Δ. Son moment d'inertie est $J_\Delta = \frac{1}{2} m\,R^2$.

Le moteur coupé, on presse une pièce contre la tranche du disque. Son action sur le disque a deux composantes : une force pressante $\vec{F}_n$, normale à la tranche, et une force de frottement $\vec{F}$, tangente au disque, opposée au sens de rotation, d'intensité $F = 12\,\mathrm{N}$.

Les autres frottements sont négligés ; le sens positif est celui de la rotation.

1.

Calculer le moment d'inertie J_Δ du disque.

INDICE

Outil : appliquer l'expression donnée, avec R en mètres.

2.

Calculer le moment, par rapport à Δ, de chacune des forces extérieures appliquées au disque.

INDICE

Point délicat : une force dont la droite d'action rencontre l'axe a un moment nul ; le moment de $\vec{F}$ est négatif, car $\vec{F}$ s'oppose au sens positif.

3.

Calculer l'accélération angulaire du disque, à l'aide de la relation fondamentale de la dynamique en rotation.

INDICE

Outil : dans un référentiel galiléen, $\sum \mathcal{M}_\Delta = J_\Delta\,\alpha$.

Exercice 7

Démarrage du volant en anneau d'un compresseur

Le volant d'un compresseur est assimilé à un anneau de masse $m = 6{,}0\,\mathrm{kg}$ et de rayon $R = 0{,}18\,\mathrm{m}$; son moment d'inertie par rapport à son axe fixe Δ est $J_\Delta = m\,R^2$.

Au démarrage, depuis le repos, le moteur exerce sur le volant un couple de moment constant $\mathcal{M}_m = 4{,}2\,\mathrm{N\cdot m}$; les frottements de l'axe exercent un couple de moment constant $\mathcal{M}_f = -0{,}30\,\mathrm{N\cdot m}$.

1.

Calculer le moment d'inertie J_Δ du volant.

INDICE

Outil : pour un anneau, toute la masse est à la distance R de l'axe : $J_\Delta = m\,R^2$.

2.

Calculer l'accélération angulaire du volant pendant le démarrage.

INDICE

Outil : la somme des moments comprend celui du couple moteur et celui du couple de frottement ; le poids et la réaction de l'axe ont un moment nul.

3.

Calculer la durée nécessaire pour que le volant atteigne la vitesse angulaire $\omega = 1{,}0\times10^{2}\,\mathrm{rad\cdot s^{-1}}$.

INDICE

Outil : l'accélération angulaire est constante et le volant part du repos : $\omega(t) = \alpha\,t$.

Exercice 8

Couple moteur d'un palan à vitesse constante

Un palan électrique d'atelier soulève un moteur de voiture de masse $m = 180\,\mathrm{kg}$ à la vitesse constante $v = 0{,}050\,\mathrm{m\cdot s^{-1}}$.

Le câble, inextensible et de masse négligeable, s'enroule sans glisser sur un tambour de rayon $r = 0{,}060\,\mathrm{m}$, qui tourne autour d'un axe fixe horizontal Δ. Les frottements sont négligés ; $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

1.

Montrer que la tension du câble est égale au poids du moteur soulevé, puis la calculer.

INDICE

Outil : dans un référentiel galiléen, un solide en mouvement rectiligne uniforme a une somme des forces extérieures nulle.

2.

Calculer le moment du couple moteur exercé sur le tambour.

INDICE

Outil : le câble de masse négligeable exerce sur le tambour une force de même intensité T, dont la droite d'action est à la distance r de l'axe.

3.

Calculer la vitesse angulaire du tambour.

INDICE

Outil : le câble est inextensible et ne glisse pas : la vitesse du moteur soulevé est celle d'un point de la périphérie du tambour, $v = r\,\omega$.