BURHAN

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

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/entrainement

Chapitre	Palier	Exercices
Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe	Entraînement	7

Exercice 1

Arrêt d'une centrifugeuse lu sur un tableau de mesures

À l'instant , on coupe le moteur d'une centrifugeuse de laboratoire et on actionne son frein. Un capteur optique mesure la vitesse angulaire du rotor toutes les deux secondes.

Document. Vitesse angulaire du rotor mesurée pendant le freinage.

1.

Le capteur repère le passage d'une marque du rotor devant un faisceau lumineux. Expliquer comment il peut en déduire une vitesse angulaire.

INDICE

Début : quelle durée le capteur peut-il mesurer entre deux passages successifs de la marque, et de quel angle le rotor a-t-il tourné pendant cette durée ?

2.

Montrer, à partir du tableau, que la rotation du rotor est uniformément ralentie.

INDICE

Outil : calculer la variation de sur chaque intervalle de et regarder son signe.

3.

Déterminer l'accélération angulaire et la vitesse angulaire initiale du rotor.

INDICE

Outil : — sur un intervalle quelconque ; se lit à .

4.

En supposant que l'accélération angulaire reste constante jusqu'à l'arrêt, calculer la durée totale de l'arrêt.

INDICE

Outil : s'annule à l'instant de l'arrêt.

5.

Calculer l'angle dont tourne le rotor depuis jusqu'à l'arrêt, puis le nombre de tours correspondant.

INDICE

Outil : la relation évite de passer par la durée.

Exercice 2

Programme d'essorage : montée en vitesse puis palier

Un programme d'essorage comporte deux phases successives.

Document. Phases du programme.

Phase	Durée	Vitesse angulaire du tambour
montée		uniformément croissante, de à
palier		constante, égale à

Un point de la paroi du tambour est à la distance de l'axe.

1.

Calculer l'accélération angulaire du tambour pendant la montée.

INDICE

Outil : pendant une rotation uniformément variée, —.

2.

Calculer l'angle dont tourne le tambour pendant la montée, puis le nombre de tours correspondant.

INDICE

Outil : avec l'origine des temps au début de la montée, – , où est la vitesse angulaire au début de la montée.

3.

Calculer l'angle dont tourne le tambour pendant le palier.

INDICE

Outil : en rotation uniforme, l'angle balayé est proportionnel à la durée : .

4.

Calculer les coordonnées et de l'accélération du point de la paroi juste avant la fin de la montée.

INDICE

Outil : juste avant la fin de la montée, et .

5.

Un élève affirme que, pendant la montée, l'accélération du point de la paroi est dirigée selon la tangente à sa trajectoire. Discuter cette affirmation.

INDICE

Point délicat : une accélération angulaire non nulle ne rend pas l'accélération tangente ; comparer et .

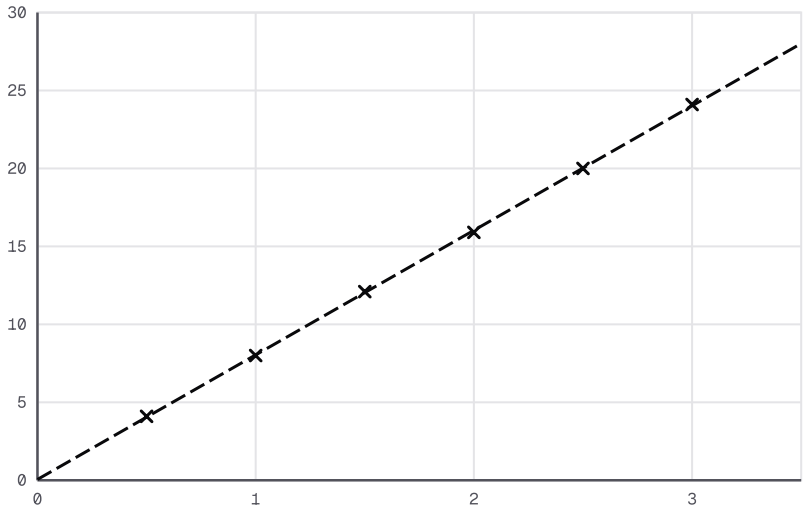
Exercice 3

Moment d'inertie d'un volant mesuré sur banc d'essai

Sur un banc d'essai, un volant tourne autour d'un axe fixe horizontal passant par son centre. Depuis le repos à , un moteur lui applique un couple de moment constant $\mathcal{M}$; les frottements sont négligeables.

Un capteur angulaire relié à une interface enregistre l'abscisse angulaire du volant aux instants , séparés de ; un tableur en déduit la vitesse angulaire à quelques instants.

Document. Mesures de et droite de modélisation calculée, d'équation (en secondes, en radians par seconde).



Vitesse angulaire du volant sur le banc d'essai

1.

Expliquer comment le tableur calcule la vitesse angulaire à l'instant à partir des abscisses angulaires enregistrées.

INDICE

Début : sur une durée courte qui encadre , la vitesse angulaire moyenne est proche de la vitesse angulaire à l'instant .

2.

Justifier, à partir du document, que la rotation du volant est uniformément accélérée.

INDICE

Outil : une rotation est uniformément variée lorsque est une fonction affine du temps.

3.

En déduire l'accélération angulaire du volant.

INDICE

Outil : l'accélération angulaire est le coefficient directeur de la droite .

4.

Écrire pour le volant la relation fondamentale de la dynamique en rotation, puis en déduire son moment d'inertie .

INDICE

Outil : faire le bilan des moments : le poids et la réaction de l'axe passent par l'axe.

5.

Le volant est un disque homogène de masse et de rayon , de moment d'inertie – . Comparer cette valeur à la valeur mesurée.

INDICE

Point délicat : convertir le rayon en mètres avant de l'élever au carré.

Exercice 4

Arrêt du volant d'une presse par un frein à sabot

Le volant d'une presse tourne autour d'un axe fixe horizontal . Pour l'arrêter, on coupe le moteur et on applique un sabot contre sa jante. Le sabot exerce sur la jante une force pressante $\vec{}$, normale à la jante, et une force de frottement $\vec{}$, tangente à la jante.

Document. Données du volant et du frein ; le sens positif est celui de la rotation.

Grandeur	Valeur
moment d'inertie du volant	
vitesse angulaire au début du freinage	
force tangentielle du sabot sur la jante	
rayon de la jante	
couple de frottement des paliers, constant	$\mathcal{M}$

1.

Faire le bilan des actions extérieures exercées sur le volant pendant le freinage et calculer le moment de chacune par rapport à .

INDICE

Outil : le moment d'une force tangente à la jante vaut, en valeur absolue, son intensité multipliée par ; son signe dépend du sens de rotation qu'elle tend à provoquer.

2.

Montrer que l'accélération angulaire du volant s'écrit $\frac{\mathcal{M}}{}$, puis la calculer.

INDICE

Outil : dans un référentiel galiléen, $\sum \mathcal{M}$.

3.

Calculer la durée du freinage.

INDICE

Outil : l'accélération angulaire est constante : s'annule à l'arrêt.

4.

Calculer le nombre de tours effectués par le volant pendant le freinage.

INDICE

Outil : , avec à l'arrêt.

5.

Sans le sabot, seuls les paliers ralentiraient le volant. Calculer la durée de l'arrêt dans ce cas et conclure sur le rôle du sabot.

INDICE

Ensuite : reprendre la relation fondamentale avec le seul couple des paliers, puis la durée de l'arrêt.

Exercice 5

Couple de frottement d'un ventilateur qui ralentit

Le grand ventilateur d'une serre a pour moment d'inertie par rapport à son axe fixe .

À , on coupe le moteur. L'hélice ne subit plus alors que son poids, la réaction de l'axe, de moments nuls, et un couple de frottement de moment $\mathcal{M}$. On mesure sa vitesse angulaire pendant le ralentissement.

Document. Vitesse angulaire de l'hélice après la coupure du moteur.

1.

Proposer une méthode simple pour mesurer la vitesse angulaire de l'hélice à un instant donné.

INDICE

Début : quelle durée, liée à la rotation de l'hélice, un capteur peut-il mesurer simplement ?

2.

Montrer que les mesures sont compatibles avec un moment de frottement constant.

INDICE

Ensuite : une accélération angulaire constante, avec un moment d'inertie fixé, impose une somme des moments constante.

3.

Calculer l'accélération angulaire de l'hélice, puis le moment $\mathcal{M}$ du couple de frottement.

INDICE

Outil : — entre deux mesures éloignées, puis $\mathcal{M}$.

4.

À quel instant l'hélice s'arrête-t-elle ?

INDICE

Outil : s'annule à l'arrêt.

5.

Le moteur remis en marche, l'hélice tourne à vitesse angulaire constante. Calculer le moment du couple moteur, en supposant le couple de frottement inchangé.

INDICE

Outil : en rotation uniforme, : la somme des moments est nulle.

Exercice 6

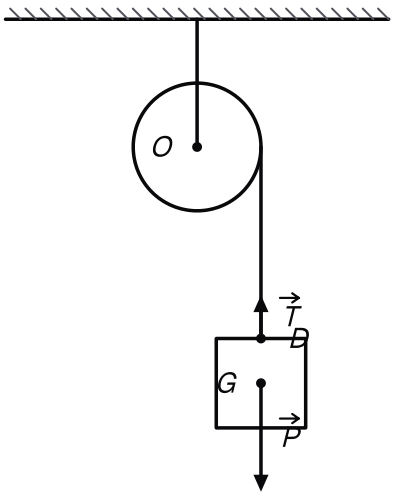
Descente d'une charge suspendue à un treuil

Sur un chantier, une charge de masse est suspendue à un câble inextensible, de masse négligeable, enroulé sans glisser sur le tambour d'un treuil.

Le tambour, de rayon et de moment d'inertie , tourne sans frottement autour d'un axe fixe horizontal . Frein desserré et moteur débrayé, la charge part du repos et descend.

On étudie le mouvement dans le référentiel terrestre, supposé galiléen ; .

Document. Schéma du treuil et des forces exercées sur la charge.



Treuil de chantier et charge suspendue

1.

Appliquer la deuxième loi de Newton à la charge , sur un axe vertical orienté vers le bas.

INDICE

Outil : la charge subit son poids et la tension du câble ; projeter $\sum \vec{} \quad \vec{}$ sur l'axe vertical.

2.

Écrire, pour le tambour, la relation fondamentale de la dynamique en rotation.

INDICE

Point délicat : le câble de masse négligeable exerce sur le tambour une force de même intensité que sur la charge ; le poids du tambour et la réaction de l'axe ont un moment nul.

3.

En utilisant la relation de liaison, montrer que l'accélération de la charge s'écrit ———.
—

INDICE

Ensuite : le câble inextensible ne glisse pas : . Exprimer en fonction de , puis reporter dans la relation de la charge.

4.

Calculer l'accélération de la charge et la tension du câble.

INDICE

Outil : calculer d'abord —, en kilogrammes, puis .

5.

Calculer la vitesse de la charge, puis la vitesse angulaire du tambour, après une descente de depuis le repos.

INDICE

Outil : pour un mouvement rectiligne uniformément accéléré partant du repos, ; puis .

Exercice 7

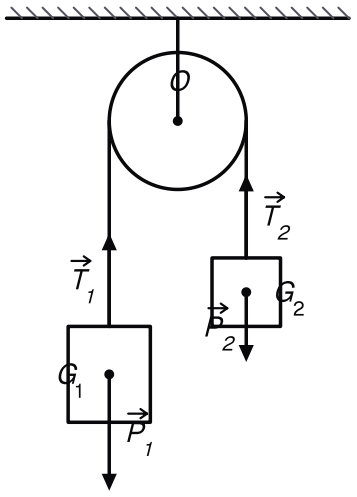
Monte-plats à contrepoids sur une poulie

Dans un restaurant, un monte-plats est formé d'un plateau chargé , de masse , et d'un contrepoids , de masse , suspendus aux deux extrémités d'un câble inextensible, de masse négligeable, qui passe sans glisser sur une poulie.

La poulie, de rayon et de moment d'inertie , tourne sans frottement autour d'un axe fixe horizontal . Libéré sans vitesse, le plateau descend.

Référentiel terrestre, supposé galiléen ; . On note et les tensions du câble du côté du plateau et du côté du contrepoids.

Document. Schéma de la poulie, des deux charges et des forces qu'elles subissent.



Poulie du monte-plats et ses deux charges

1.

Appliquer la deuxième loi de Newton à chacune des deux charges, en orientant chaque axe vertical dans le sens de son mouvement.

INDICE

Outil : le câble est inextensible : les deux charges ont, à chaque instant, des accélérations de même valeur .

2.

Écrire la relation fondamentale de la dynamique en rotation pour la poulie, puis la relation de liaison.

INDICE

Point délicat : le câble exerce sur la poulie, de part et d'autre, des forces d'intensités et dont les moments sont de signes opposés.

3.

Montrer que ——————, puis calculer .

INDICE

Ensuite : additionner les deux relations des charges pour éliminer et séparément, puis remplacer par son expression tirée de la poulie.

4.

Calculer les tensions et et expliquer pourquoi elles diffèrent.

INDICE

Outil : reprendre chacune des relations de la question 1.

5.

Pour contrôler ce résultat, on mesure au chronomètre à main la durée de descente du plateau sur depuis le repos ; on trouve . En déduire l'accélération mesurée, la comparer à la valeur calculée et proposer une amélioration de la mesure.

INDICE

Outil : départ au repos et accélération constante : - , donc —.