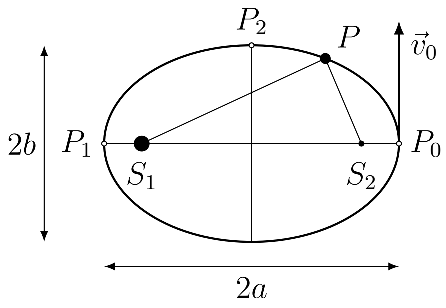
Physique
Semestre de printemps 2025

Roger Sauser
Raphaël Butté
Guido Burmeister
https://moodle.epfl.ch/course/view.php?id=15842

Série 10

Exercice 1



Une planète (point P) décrit autour d'un astre (point S_1) une trajectoire elliptique de demi-axes a et b. Les points S_1 et S_2 sont les foyers de l'ellipse définie par la contrainte $\overline{S_1P} + \overline{S_2P} = 2a$.

Connaissant la vitesse $\vec{v}_0$ de la planète à son aphélie P_0 (point le plus éloigné de l'astre), déterminer les vitesses aux points P_1 (périhélie) et P_2.

Application numérique (cas de la Terre orbitant autour du Soleil) : $a = 149.600 \cdot 10^6$ km, $b = 149.579 \cdot 10^6$ km et $||\vec{v}_0|| = 29.29$ km/s.

Exercice 2

Un cerceau de masse m et de rayon r peut tourner sans frottement autour de son axe fixe. Un fil est enroulé sur le cerceau. Initialement, le cerceau ne tourne pas. On tire sur le fil avec une force constante $\vec{F}$.

(a) Calculer l'accélération angulaire du cerceau autour de son axe.

(b) Que vaut sa vitesse angulaire après un temps t_1 ?

(c) Combien de tours le cerceau a-t-il effectués après le temps t_1 ?

Application numérique : $m = 1\,\text{kg}$, $r = 0.1\,\text{m}$, $F = 20\,\text{N}$, $t_1 = 5\,\text{s}$.

Exercice 3

Un fil est enroulé autour d'un cylindre plein de masse m_1 et de rayon R. Ce cylindre peut tourner librement autour d'un axe horizontal. L'extrémité libre du fil est attachée à un contrepoids de masse m_2 suspendu en l'air. (Monard, ex. 23.5, p. 392)

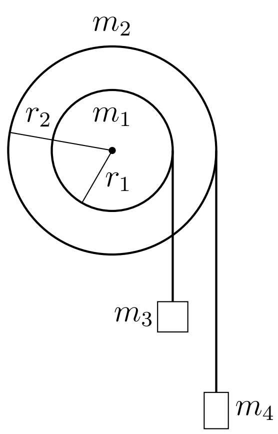
(a) Quelle est l'accélération du contrepoids ?

(b) Si celui-ci est initialement immobile, quelle vitesse a-t-il après être descendu d'une hauteur h ?

Exercice 4

Deux cylindres creux de rayon respectif r_1 et r_2 et dont la masse m_1, respectivement m_2, est uniformément répartie sur la surface peuvent tourner autour d'un axe commun horizontal. Ils sont solidaires l'un de l'autre et actionnés par deux masses m_3 et m_4 pendues à des fils enroulés autour des cylindres.

Calculer l'accélération angulaire des cylindres, la tension dans chacun des fils et les accélérations des masses m_3 et m_4.



Exercice 5

Une toupie a un moment d'inertie $I = 200\,\mathrm{g\,cm^2}$. Lorsqu'on la fait tourner à raison de 50 tours par seconde, elle reste debout pendant 30 s. On admet qu'elle ne tombe que lorsque sa vitesse angulaire est négligeable.

Calculer le couple de freinage (supposé constant) qui s'exerce sur elle et le nombre de tours qu'elle effectue depuis la situation initiale jusqu'à l'arrêt. (Monard, ex. 23.4, p. 392)

Exercice 6

Le rotor d'un moteur électrique a un moment d'inertie $I = 0.1\,\mathrm{kg\,m^2}$. Le moteur étant initialement immobile, on y fait passer le courant pendant une seconde puis on l'interrompt. Le moment du couple est de $2\,\mathrm{N\,m}$.

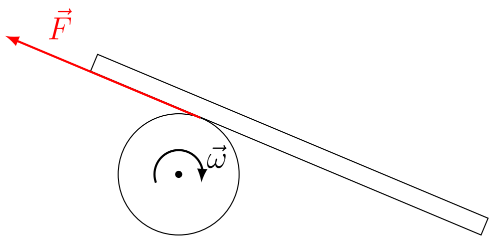
Quel est le nombre de tours effectués par le moteur pendant les deux secondes qui ont suivi l'enclenchement ? (Monard, ex. 23.3, p. 391)

Exercice 7

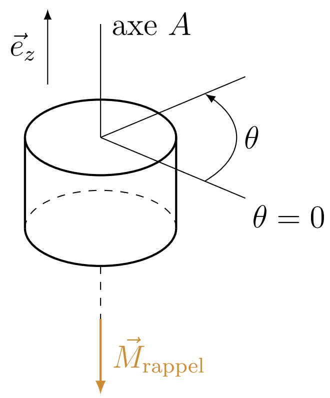
Un cylindre de rayon R, de masse m et de moment d'inertie $I = \frac{1}{2}mR^2$ par rapport à son axe de symétrie tourne autour de son axe avec une vitesse angulaire $\vec{\omega}_0$.

Une planche vient alors s'appuyer contre le cylindre et exerce sur celui-ci une force de frottement tangentielle proportionnelle à la vitesse angulaire : $F = k\omega$.

Calculer l'évolution de la vitesse angulaire.



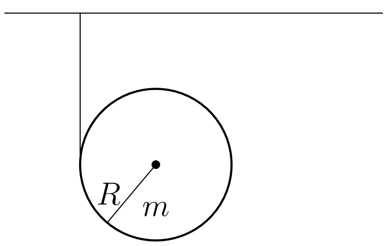
Exercice 8



Un objet est suspendu à un fil autour duquel il peut osciller. Sa position est repérée par un angle θ. Au repos, $\theta = 0$. Hors équilibre, le fil exerce sur l'objet un couple de rappel par rapport à l'axe du fil $\vec{M}_{\text{rappel}} = -C\theta\vec{e}_z$ (pendule de torsion). C est la constante de rappel du fil.

Calculer la période d'oscillation de l'objet de moment d'inertie I par rapport au fil. (Monard, ex. 23.3, p. 391)

Exercice 9



Un fil fixé à une poutre est enroulé autour d'un cylindre plein et homogène, de rayon R et de masse m. Départ arrêté, on laisse aller le cylindre.
Calculer l'accélération et l'accélération angulaire du cylindre.

Réponses

Ex. 1 30.29 km/s et 29.78 km/s .

Ex. 2 (a) $200\,\mathrm{s}^{-2}$, (b) $1000\,\mathrm{s}^{-1}$, (c) 398 tours .

Ex. 3 (a) $\frac{2m_2}{m_1+2m_2}\,g$ **(b)** $\sqrt{\frac{4m_2gh}{m_1+2m_2}}$.

Ex. 4 $\dot{\omega} = \frac{(r_1m_3+r_2m_4)}{(m_1+m_3){r_1}^2+(m_2+m_4){r_2}^2}\,g$.

Ex. 5 $M \cong 2.09 \cdot 10^{-4}\,\mathrm{N\,m}$ et $n = 750$.

Ex. 6 4.77 .

Ex. 7 $\omega(t) = \omega_0 e^{-\frac{2k}{mR}t}$.

Ex. 8 $2\pi\sqrt{I/C}$.

Ex. 9 $\frac{2g}{3}, \frac{2g}{3R}$