

Séance 3 : mécanique du point et mécanique des fluides

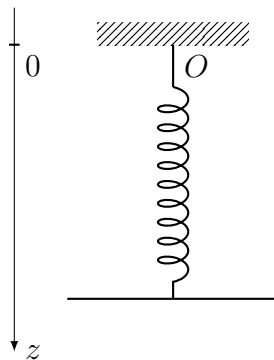
Mécanique du point et du solide

Exercice M.1 - Ressort [**]

Concours : Banque PT

Année du CR : 2024

On considère un ressort (de longueur à vide ℓ_0 et de constante de raideur k) relié à une plaque de masse M .



1. Déterminer z_0 la position de la plaque à l'équilibre

On place une masselotte de masse m (avec $m \ll M$) sur la plaque et on tire le ressort d'une longueur a par rapport à sa position d'équilibre. On lâche la plaque sans vitesse initiale.

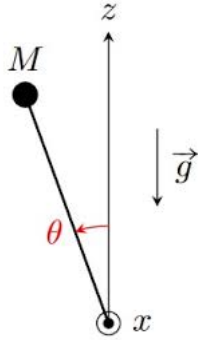
2. En considérant dans un premier temps que la masselotte reste solidaire de la plaque, déterminer l'équation de son mouvement.
3. Quelle est la condition sur a pour laquelle la masselotte se désolidarise de la plaque ?

Exercice M.2 - Gravimètre à ressort [**]

Concours : Banque PT

Année du CR : 2024

On considère un gravimètre à ressort : une tige de masse négligeable devant la masse m à son extrémité supposée ponctuelle est reliée au bâti par une liaison pivot d'axe \vec{e}_x supposée parfaite. Un ressort exerce par ailleurs un couple de rappel : $\vec{M} = -C\theta\vec{e}_x$.



On donne le moment d'inertie du pendule : $J = mL^2$.

1. Déterminer l'équation différentielle satisfaite par θ .
2. (a) Démontrer que les positions d'équilibre vérifient l'égalité

$$\sin \theta_{eq} = \frac{C}{mgL} \theta_{eq}$$

(b) En traçant $y = \sin(x)$, justifier qu'il existe une ou trois positions d'équilibre selon la valeur de $\frac{C}{mgL}$

3. Discuter de la position d'équilibre $\theta_{eq} = 0$.
4. Déterminer la période du système quand θ reste très petit. Expliquer comment ce dispositif permet de mesurer g .

+ exercices 3 (looping), 5 (cyclotron) et 8 (paramètre d'impact) du TD de révision

Mécanique des fluides

Exercice MF.1 - Ballon dans l'atmosphère [★]

Concours : Banque PT

Soit un ballon rond de masse : $m_{tot} = 2$ kg, rempli d'hélium de masse molaire $M_{He} = 4$ g.mol⁻¹. Il est dans l'atmosphère, $M_{air} = 29$ g.mol⁻¹.

Ce ballon est extensible et fermé (son volume V peut varier) pour s'adapter aux variations de pression. Pour simplifier on suppose que les pressions intérieures et extérieures sont égales (ce qui revient à négliger l'élasticité de la membrane).

On considère les gaz comme parfaits.

A l'altitude de 0 mètre, le ballon est soumis à la pression $P_0 = 1$ bar.

L'accélération de la pesanteur vaut $g = 9,81$ m.s⁻².

On suppose l'atmosphère isotherme à $T = 300$ K.

1. Trouver le rayon a du ballon lorsque le ballon est à l'équilibre au sol. Quelle est la masse d'hélium embarquée ?
2. On pose $H = \frac{RT}{gM_{air}}$, trouver la dimension de H , montrer que $P(z) = P_0 e^{-z/H}$.
3. Calculer le rayon du ballon lorsqu'il est à l'équilibre à $z_{max} = 3000$ m ? Quelle est la masse d'Hélium dans le ballon ?

Exercice MF.2 - Siphon [★★]

À la fonte des neiges, un débit volumique de 20 L/s d'eau alimente en permanence un bassin de surface 100 m². Ce réservoir est dominé à l'une de ses extrémités à droite par une butte, par-dessus laquelle on fait passer un tuyau cylindrique de section s qui sert de siphon pour vider le bassin, comme représenté ci-contre.

Hypothèses :

- ▷ le siphon est initialement amorcé : il y a de l'eau dans le tube, et de l'eau s'en écoule ;
- ▷ le siphon se désamorçe dès que $h(t) < h_e$ car de l'air rentre alors dans le siphon.

Données :

$H = 0,80$ m, $h_0 = 1,30$ m, $h_e = 0,10$ m, $h_s = 0,50$ m.

Déterminer les valeurs minimale et maximale de s pour que le système fonctionne correctement, c'est-à-dire que l'eau ne déborde pas du réservoir et que le siphon fonctionne sans se désamorcer.

+ exercice 7 (plaque pivotante) du TD MF1

+ exercices 3 (résistance hydraulique) et 7 (déplacement d'un piston à huile) du TD MF2

+ exercice 3 (production d'énergie hydroélectrique) du TD MF3

