



TD S1 – L'OSCILLATEUR HARMONIQUE

D.Malka – MPSI 2017-2018 – Lycée Saint-Exupéry

S1 – Système {masse+ressort} vertical

On considère un système formé d'un ressort dont l'une des extrémités est fixée en O à un bâti définissant le référentiel d'étude \mathcal{R} (supposé galiléen) et l'autre à une masselotte M , assimilée à un point matériel de masse $m = 1 \text{ kg}$ (fig.1). La masse du ressort est négligeable, sa raideur est notée k et vaut 20 N.m^{-1} , sa longueur à vide $l_0 = 30 \text{ cm}$. On suppose que la masse ne peut se déplacer qu'horizontalement suivant l'axe Ox . Son mouvement se fait sans frottement le long d'un support. A $t = 0$, on écarte la masselotte d'une distance $a = 20 \text{ cm}$ de sa position d'équilibre, puis on la lâche sans vitesse initiale.

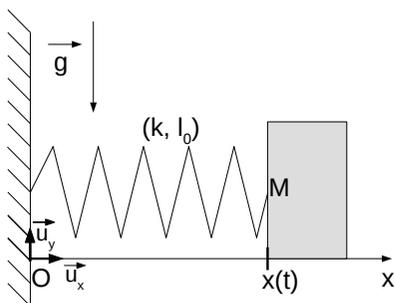


FIGURE 1 – Oscillateur mécanique horizontal

1. Réaliser un inventaire des forces s'exerçant sur le point matériel et exprimer chaque force en fonction des paramètres du problème.
2. En appliquant la seconde loi de Newton, déterminer l'équation du mou-

vement vérifiée par $x(t)$ pour $t \geq 0$. Faire apparaître $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$, grandeur dont on donnera la dimension.

3. A quelle condition sur C la fonction $x(t) = C + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$, avec A et B deux constantes, est-elle solution de l'équation du mouvement ? Donner le sens physique de C .
4. Déterminer les constantes A et B et représenter x en fonction de t .

S2 – Oscillateur à deux ressorts

On considère une masselotte M de masse m comprise entre deux ressorts et susceptible de se mouvoir sans frottement le long d'un axe Ox . Les ressorts ont même longueur à vide l_0 mais des raideurs différentes k et k' . On repère la position de M par sa distance x au point O (fig.2). Le référentiel d'étude est supposé galiléen.

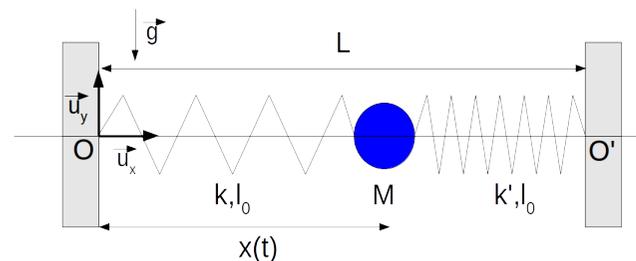


FIGURE 2 – Oscillateur à deux ressorts

1. En appliquant la relation fondamentale de la dynamique à M , déterminer l'équation différentielle vérifiée par x . Identifier sa fréquence caractéristique ainsi que sa position d'équilibre x_{eq} .
2. Le système est initialement dans son état d'équilibre. A $t = 0$, on lui communique une vitesse v_0 . Déterminer l'expression de $x(t)$ pour $t \geq 0$.
3. Un repérage de la position de M permet de tracer la courbe fig.3. Déterminer les caractéristiques du mouvement de l'oscillateur ainsi que la valeur de v_0

S3 – Amplitude maximale du mouvement d'un oscillateur

On considère un oscillateur horizontal constitué d'une masse assimilée à un point matériel M de masse $m = 500\text{ g}$ lié à un ressort de raideur $k = 30\text{ N.m}^{-1}$ et de longueur à vide $l_0 = 20\text{ cm}$. Le mobile M glisse sans frottement le long d'un axe Ox . A l'instant initial, on l'écarte d'une distance $d = 15\text{ cm}$ de sa position d'équilibre et on la lâche en lui communiquant la vitesse $v_0 = 0.5\text{ m.s}^{-1}$. Le référentiel d'étude est supposé galiléen.

1. En exploitant la conservation de l'énergie mécanique, exprimer puis calculer l'énergie mécanique du système.
2. En déduire l'allongement maximal du ressort.

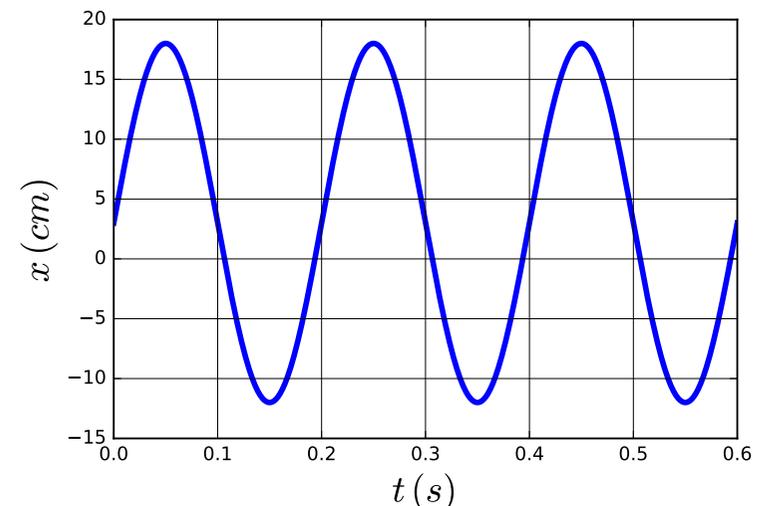


FIGURE 3 – Enregistrement de la position du mobile