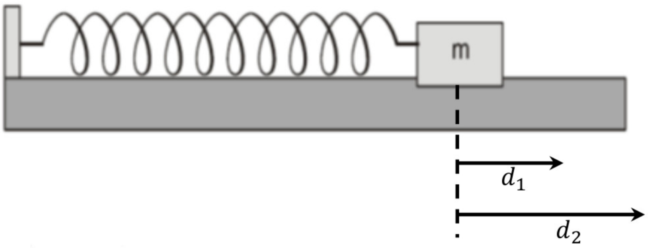
TD - M4 - Oscillations libres

1

Le système bloc ressort représenté ci-dessous est soumis à deux expériences. Dans la première, le bloc est tiré à une distance d_1 de sa position d'équilibre puis relâché sans vitesse initiale. Dans la deuxième, il est tiré à une une plus grande distance $d_2 > d_1$ de sa position d'équilibre avant d'être relâché sans vitesse initiale. On suppose les frottements négligeables.



a. L'amplitude est-elle plus grande, moins grande ou la même dans la deuxième expérience, par rapport à la première ?
b. Et la période ?
c. La fréquence ?
d. L'énergie cinétique maximale ?
e. L'énergie potentielle maximale ?

2 Comparaison des vitesses

Deux particules A et B possèdent toutes deux un mouvement harmonique : celui de B a une amplitude deux fois plus grande et une période deux fois plus petite que celui de A. Si la particule A se déplace à une vitesse de 1 m.s^{-1} à la position centrale de son oscillation, quel est le module de la vitesse de B à la position centrale de son oscillation ?

Réponse : 4 m.s^{-1}

3 QCM

Un oscillateur harmonique oscille autour de $x = 0$ avec une amplitude A. Comparée à la durée pour passer de $-A$ à 0, la durée pour aller de $-A/2$ à $A/2$ est-elle :

☐ **(a)** inférieure ☐ **(b)** égale
☐ **(c)** supérieure ☐ **(d)** on ne peut pas conclure

Question subsidiaire : calculer les deux temps de parcours en fonction de la période T.

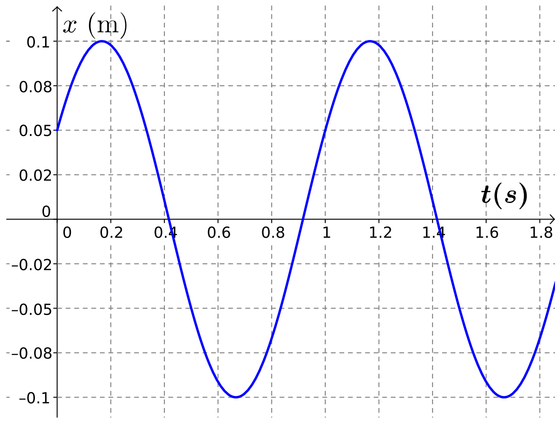
4 Détermination graphique de conditions initiales.

On enregistre le mouvement horizontal sans frottement d'une masse $m = 250$ g accrochée à un ressort de constante de raideur k non connue.

Déterminer les conditions initiales du mouvement : $x_0 = x(0)$ et $\dot{x}_0 = \dot{x}(0)$.

Suggestion : on pourra utiliser une méthode énergétique.

Réponses : $\dot{x}_0 = 0,54$ m.s^{-1} ;

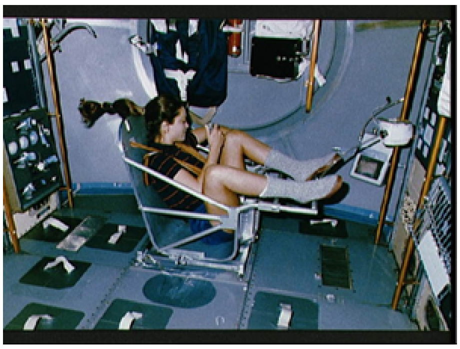


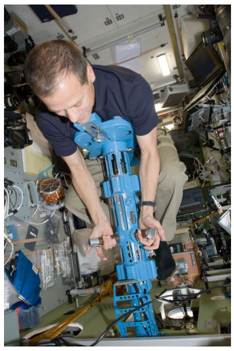
5 Principe d'un pèse astronaute.

Dans la station spatiale internationale (ISS), les missions durent en moyenne six mois et il convient de vérifier que les astronautes ne perdent pas trop de masse corporelle à cause de l'atrophie de leurs muscles peu sollicités en microgravité. En effet, sur seulement quelques semaines, ils peuvent perdre jusqu'à 15% de leur masse initiale et pour limiter cette perte, ils passent généralement 2h par jours à faire de l'exercice physique.

1) Expliquer pourquoi une balance traditionnelle de terrien n'est pas utilisable pour obtenir la masse d'un astronaute.

Un astronaute et médecin américain, William Thornton, a mis au point en 1965 un dispositif permettant la mesure de la masse d'un corps en microgravité : il s'agit d'un support relié par un ressort à la station spatiale et auquel l'astronaute s'agrippe. Écarté de l'équilibre, le support oscille à une fréquence dépendant de la masse de l'astronaute.





à gauche : l'astronaute Tamara Jernigan (navette Columbia lors de la mission STS-40, 5-14 juin 1991) se pèse dans l'espace ;

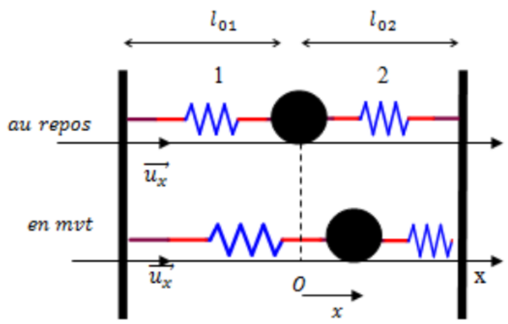
à droite : l'astronaute de la NASA Tom Marshburn utilise une version plus moderne, à bord de l'ISS (23/12/2012)

2) À vide, le support oscille avec une période $T_0 = 1,28$ s. L'astronaute s'agrippant au support, on mesure la période $T = 2,33$ s. En déduire la masse m de l'astronaute, sachant que la masse du dispositif à vide est $m_s = 25$ kg.

Réponse : $m = m_s\left(\frac{T^2}{T_0^2} - 1\right) = 58$ kg

6 Oral ATS 2018

On modélise la molécule de dioxyde de carbone (CO_2) par le modèle simple suivant dans lequel, le carbone est mobile et les deux atomes d'oxygène sont fixes. Les interactions électriques sont modélisées par des ressorts. Le mouvement du carbone se ramène alors à celui d'un mobile M de masse m rattaché à deux ressorts. L'ensemble se met en mouvement horizontalement sans aucun frottement.

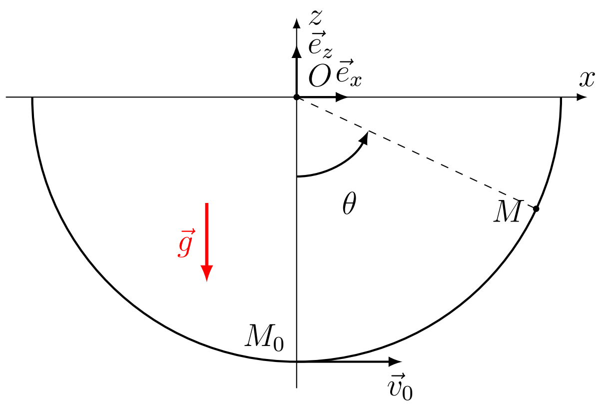


On note ℓ_0 la longueur à vide des ressorts 1 et 2 (on a donc $\ell_{0_1} = \ell_{0_2} = \ell_0$). On appelle k la constante de raideur des deux ressorts. On prendra l'origine du repère en O, position d'équilibre du système.

Par analyse énergétique, prévoir l'amplitude maximale de vibration si $x(0) = x_0 > 0$ et $v(0) = v_0 > 0$?

7 Mouvement pendulaire amorti ⋆⋆

Un petit objet assimilé à un point matériel M de masse m peut glisser le long d'un rail ayant la forme d'un demi-cercle de centre O et de rayon R, placé dans le plan vertical.
On modélise la force de frottement par sa puissance $\mathcal{P}_f = -\lambda v^2$ où λ est le coefficient de frottement fluide et v est la vitesse du point M. On repère la position du point M à l'instant t par $\theta(t)$. À l'instant $t = 0$, l'objet est lancé du point M avec une vitesse $\vec{v}_0$.



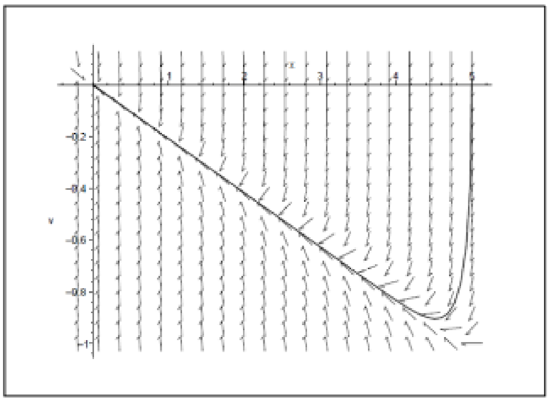
1. Établir l'équation différentielle à laquelle satisfait la fonction $\theta(t)$.
2. On suppose que la norme v_0 du vecteur $\vec{v}_0$ est suffisamment faible pour que la condition $\theta(t) \ll 1$ rad soit toujours satisfaite. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $\theta(t)$ dans ces conditions.
3. Les grandeurs m, g et R étant fixées, donner la condition portant sur λ pour que le mouvement du système soit pseudo-périodique.

4. On suppose cette condition réalisée. Exprimer $\theta(t)$ sous la forme $\theta(t) = Ae^{-t/\tau}\sin(\omega t)$. On justifiera soigneusement l'établissement de cette relation et on donnera τ et ω en fonction de R, m, g et λ et on exprimera A en fonction de v_0, R et ω.

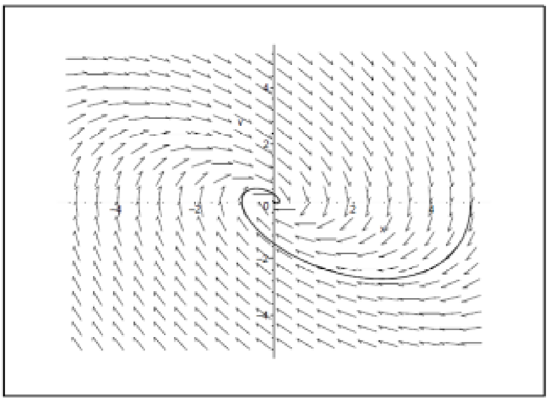
8 Portrait de phase

Attribuer à chaque portrait de phase le bon facteur de qualité parmi les valeurs suivantes : 0.1 ; 0.2 ; 0.5 ; 1 ; 5 ; 50.

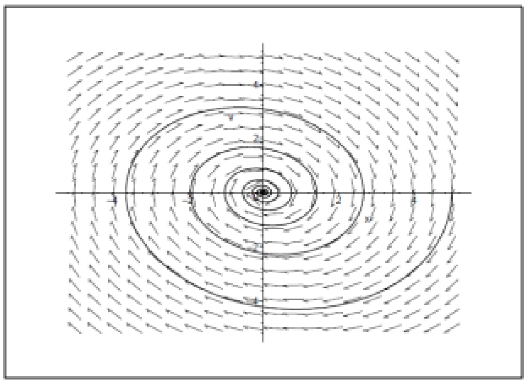
Graphique 1



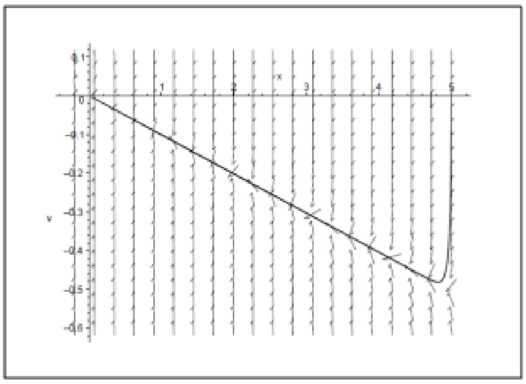
Graphique 2



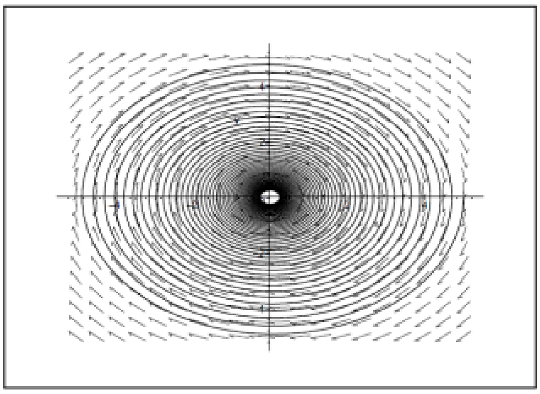
Graphique 3



Graphique 4



Graphique 5



Graphique 6