BURHAN

Systèmes mécaniques oscillants : exercices, application

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/systemes-mecaniques-oscillants/exercices/application

Chapitre	Palier	Exercices
Systèmes mécaniques oscillants	Application	8

Exercice 1

Raideur du ressort d'un peson de pêcheur

Un pêcheur pèse ses prises avec un peson : un ressort vertical, de masse négligeable, au bout duquel il accroche le poisson. On prend $g = 9{,}80\ \mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

Un poisson de masse $m = 1{,}2\ \mathrm{kg}$, immobile, allonge le ressort de $\Delta\ell_0 = 4{,}0\ \mathrm{cm}$.

1.

Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le poisson immobile, puis calculer la valeur F de la force de rappel du ressort.

INDICE

Outil : un solide immobile dans le référentiel terrestre, supposé galiléen, subit des forces dont la somme est nulle.

2.

En déduire la raideur K du ressort.

INDICE

Outil : la valeur de la force de rappel est proportionnelle à l'allongement ; convertis l'allongement en mètres.

3.

Le pêcheur accroche ensuite une prise de $0{,}75\ \mathrm{kg}$. Calculer le nouvel allongement à l'équilibre.

INDICE

Outil : la même condition d'équilibre s'applique ; garde la valeur non arrondie de K.

Exercice 2

Période propre d'un chariot de jouet retenu par un ressort

Un chariot de jouet, de masse $m = 0{,}180\,\mathrm{kg}$, roule sans frottement sur un plancher horizontal. Il est relié à un mur par un ressort horizontal de raideur $K = 45\,\mathrm{N\cdot m^{-1}}$. Écarté de sa position d'équilibre puis lâché, il oscille.

1.

Après le lâcher, aucun dispositif n'entretient le mouvement du chariot. Comment nomme-t-on ces oscillations ? Calculer la période propre T_0 de l'oscillateur.

INDICE

Outil : la période propre d'un solide-ressort ne fait intervenir que la masse et la raideur.

2.

En déduire sa fréquence propre N_0.

INDICE

Outil : la fréquence propre est l'inverse de la période propre ; utilise la valeur non arrondie de T_0.

3.

On charge le chariot pour que sa période propre double. Quelle doit être sa masse totale ?

INDICE

Point délicat : la période propre est proportionnelle à la racine carrée de la masse, pas à la masse.

Exercice 3

Amplitude et phase d'un accéléromètre selon le départ

Dans un accéléromètre de laboratoire, une petite masse glisse sans frottement le long d'un axe horizontal $(O;\vec{i})$, retenue par un ressort. L'origine O est sa position d'équilibre, et sa période propre vaut $T_0 = 0{,}25\,\text{s}$. Son abscisse s'écrit :

$$x(t) = x_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}\,t + \varphi\right)$$

1.

À $t = 0$, la masse est lâchée sans vitesse à l'abscisse $x_0 = -1{,}2\,\text{cm}$. Déterminer x_m et φ.

INDICE

Début : écris $x(0)$ et $v_x(0)$ à partir de l'équation horaire ; une vitesse initiale nulle impose $\sin\varphi = 0$.

2.

On recommence : à $t = 0$, la masse passe par O avec la vitesse $v_0 = 0{,}15\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, dans le sens de $\vec{i}$. Déterminer x_m et φ.

INDICE

Début : un passage par l'origine impose $\cos\varphi = 0$. **Ensuite :** le signe de v_0 choisit la valeur de φ.

3.

Écrire l'équation horaire du mouvement de la question 2, avec x en centimètres et t en secondes.

INDICE

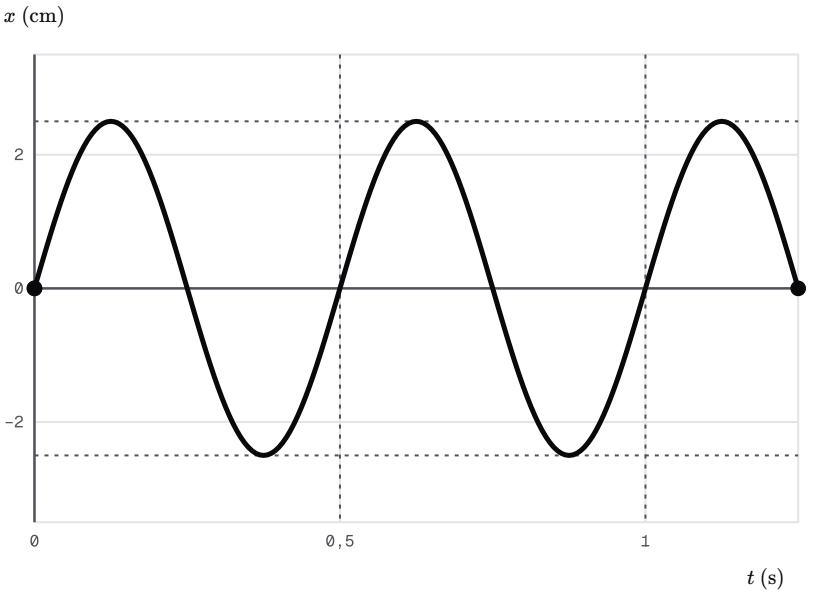
Outil : calcule d'abord $\dfrac{2\pi}{T_0}$ avec $T_0 = 0{,}25\,\text{s}$.

Exercice 4

Lecture de l'enregistrement d'un capteur de position

Un solide de masse $m = 0{,}450\,\text{kg}$, relié à un ressort horizontal, oscille sans frottement. Un capteur enregistre l'abscisse x de son centre d'inertie sur l'axe $(O;\vec{i})$, d'origine O à l'équilibre.

Document. Courbe $x(t)$ enregistrée ; les droites verticales marquent deux passages successifs par zéro, en montant, à $t = 0{,}50\,\text{s}$ et $t = 1{,}00\,\text{s}$.



Abscisse du solide enregistrée par le capteur

1.

Lire sur le document la période propre T_0 et l'amplitude x_m.

INDICE

Outil : repère deux instants où la courbe passe par zéro en montant ; mesurer deux périodes réduit l'erreur de lecture.

2.

Déterminer la phase à l'origine φ.

INDICE

Début : lis $x(0)$, puis regarde si x augmente ou diminue juste après $t = 0$.

3.

Calculer la raideur K du ressort.

INDICE

Outil : isole K dans l'expression de la période propre en l'élevant au carré.

Exercice 5

Constante de torsion du fil d'un torsiomètre

Un torsiomètre de laboratoire est formé d'un disque horizontal suspendu à un fil d'acier vertical. Son moment d'inertie par rapport à l'axe du fil vaut $J_\Delta = 8{,}0 \times 10^{-4}\,\mathrm{kg\cdot m^2}$. Les frottements sont négligeables.

Un élève chronomètre 20 oscillations : elles durent $25{,}0\,\mathrm{s}$.

1.

Calculer la période propre T_0 du torsiomètre.

INDICE

Outil : une oscillation dure une période ; divise la durée mesurée par le nombre d'oscillations.

2.

En déduire la constante de torsion C du fil.

INDICE

Outil : la période propre d'un pendule de torsion fait intervenir J_Δ et C ; élève-la au carré pour isoler C.

3.

Le disque est tourné de 15° à partir de sa position d'équilibre. Calculer le moment $\mathcal{M}_C$ du couple de rappel.

INDICE

Point délicat : la relation du couple de rappel exige l'angle en radians.

Exercice 6

Longueur d'une balançoire modélisée par un pendule simple

Une enfant se balance avec de petites oscillations. On modélise la balançoire et l'enfant par un pendule simple : la longueur ℓ va de l'axe de suspension au centre d'inertie de l'enfant. On prend $g = 9{,}80\,\mathrm{m\cdot s^{-2}}$.

Assise, l'enfant fait un aller et retour en $2{,}8\,\mathrm{s}$.

1.

Calculer la longueur ℓ du pendule simple modèle.

INDICE

Outil : la période propre d'un pendule simple ne dépend que de ℓ et de g ; élève-la au carré.

2.

Debout sur le siège, l'enfant remonte son centre d'inertie : la longueur devient $\ell' = 1{,}6\,\mathrm{m}$. Calculer la nouvelle période propre.

INDICE

Outil : même expression de la période propre, avec la nouvelle longueur.

3.

Un adulte, deux fois plus lourd, s'assoit à la place de l'enfant, avec le même centre d'inertie. La période propre change-t-elle ? Justifier.

INDICE

Outil : regarde quelles grandeurs figurent dans l'expression de la période propre du pendule simple.

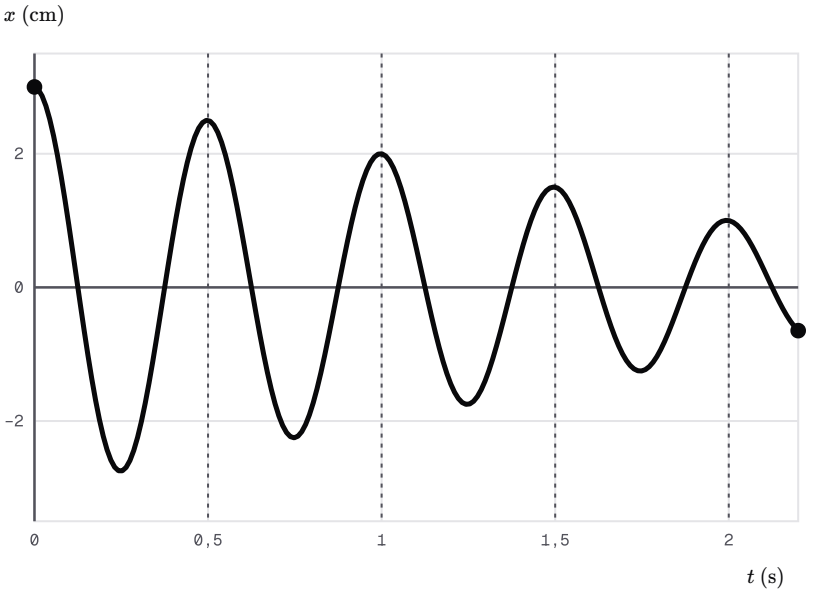
Exercice 7

Régime et frottement sur deux enregistrements amortis

Un même solide, relié à un ressort horizontal, est écarté de $3{,}0\,\text{cm}$ puis lâché. Sans frottement, sa période propre vaut $T_0 = 0{,}49\,\text{s}$.

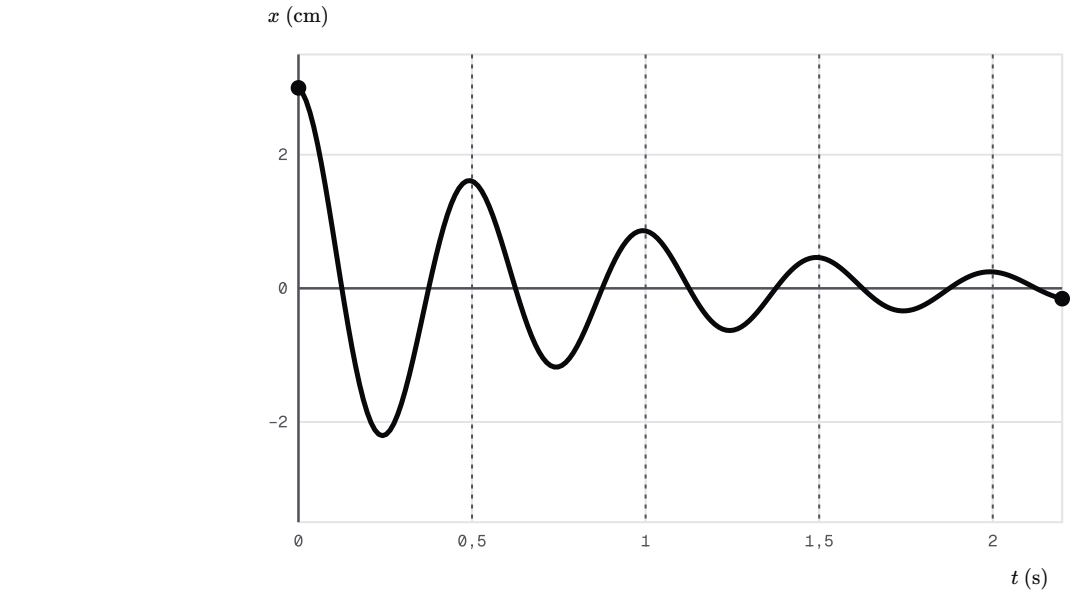
On le freine successivement par deux dispositifs différents, notés (a) et (b).

Documents. Enregistrements (a) et (b) de l'abscisse x du solide ; les droites verticales sont espacées de $0{,}50\,\text{s}$.



Courbe 1 ● Point du graphe

Enregistrement (a), courbe modèle d'oscillations amorties



Enregistrement (b), courbe modèle d'oscillations amorties

1.

Quel est le régime des oscillations avec chaque dispositif ? Justifier.

INDICE

Outil : regarde si la courbe traverse plusieurs fois la position d'équilibre $x = 0$.

2.

Relever les premiers maximums de chaque enregistrement et en déduire le type de frottement de chaque dispositif.

INDICE

Début : relève trois ou quatre maximums successifs. **Ensuite :** compare leurs différences, puis leurs rapports.

3.

Mesurer la pseudo-période T et la comparer à T_0. Que peut-on en dire pour chaque dispositif ?

INDICE

Outil : les maximums successifs coïncident à peu près avec les droites verticales.

Exercice 8

Vibrations d'une machine à laver pendant l'essorage

Dans une machine à laver, la cuve est suspendue à la carrosserie par des ressorts et des amortisseurs. Sa fréquence propre vaut $N_0 = 4{,}0\,\text{Hz}$. Pendant l'essorage, le linge mal réparti dans le tambour exerce sur la cuve une action périodique, à la fréquence de rotation du tambour.

1.

Identifier l'excitateur et le résonateur.

INDICE

Outil : l'excitateur impose l'action périodique ; le résonateur est l'oscillateur qui la subit.

2.

Le tambour tourne à 600 tours par minute. À quelle fréquence la cuve oscille-t-elle en régime permanent ?

INDICE

Point délicat : qui impose son rythme à la cuve en régime permanent ?

3.

Au démarrage de l'essorage, la machine tremble fortement pendant quelques secondes. Pour quelle vitesse de rotation du tambour, en tours par minute, ce phénomène se produit-il ?

INDICE

Outil : la résonance apparaît quand la fréquence de l'excitateur est voisine de la fréquence propre ; une fréquence en hertz compte des tours par seconde.