BURHAN

Aspects énergétiques des oscillations mécaniques : exercices, niveau examen

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/aspects-energetiques-des-oscillations-mecaniques/exercices/examen

Chapitre	Palier	Exercices
Aspects énergétiques des oscillations mécaniques	Niveau examen	5

Exercice 1 6 pts

Table anti-vibrations : conservation et courbes des énergies

Une table anti-vibrations de laboratoire repose sur un plateau mobile. On modélise ce plateau par un solide de masse qui glisse sur un guide horizontal, lié à un ressort horizontal de raideur .

Le centre d'inertie du plateau est repéré par son abscisse sur un axe $\vec{\ }$ horizontal ; le point correspond au ressort à vide. Les frottements sont négligés dans toute l'étude.

A.1. 0,5 pts

Partie A : conservation de l'énergie mécanique.

Fais l'inventaire des forces qui s'exercent sur le plateau. Lesquelles travaillent lors d'un déplacement le long du guide ?

INDICE

Outil : compare la direction de chaque force à celle du déplacement.

A.2. 1,5 pts

Montre que l'énergie mécanique – – du plateau se conserve, à l'aide du théorème de l'énergie cinétique. Précise les références des énergies potentielles.

INDICE

Outil : le théorème de l'énergie cinétique entre deux positions quelconques, et le travail de la force de rappel d'un ressort.

A.3. 0,75 pts

On écarte le plateau jusqu'à , puis on le lâche sans vitesse. Calcule son énergie mécanique.

INDICE

Outil : au lâcher, la vitesse est nulle.

A.4. 0,75 pts

Calcule la vitesse maximale du plateau et précise où elle est atteinte.

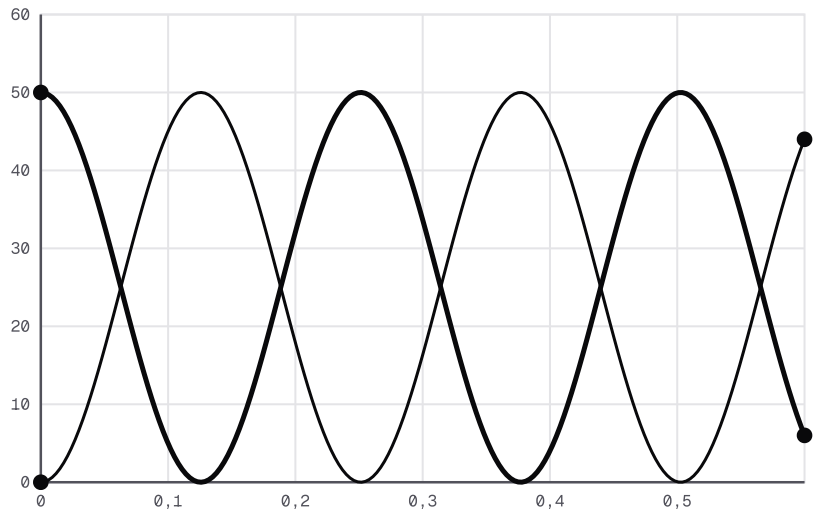
INDICE

Outil : la conservation de l'énergie mécanique et l'état du système à l'équilibre.

B.1. 0,5 pts

Partie B : courbes des énergies enregistrées.

On règle une autre amplitude ; et sont inchangés. Le plateau est lâché sans vitesse à . Le document donne deux de ses énergies en fonction du temps : potentielle élastique (référence : ressort à vide) et cinétique. Identifie chaque courbe.



Énergies du plateau calculées par le logiciel d'acquisition

INDICE

Outil : l'état du plateau à .

B.2. 0,75 pts

Mesure la période des énergies sur le document. Déduis-en la période propre du plateau.

INDICE

Outil : combien de fois l'énergie potentielle passe par un maximum pendant une période propre.

B.3. 0,5 pts

Vérifie que cette valeur est en accord avec l'expression $\sqrt{\frac{}{}}$.

INDICE

Outil : une application numérique avec les données de la partie B.

B.4. 0,75 pts

Lis l'énergie mécanique du plateau. Déduis-en l'amplitude et la vitesse maximale .

INDICE

Outil : l'énergie mécanique est la valeur commune des maximums des deux courbes.

Exercice 2 — 6 pts

Machine d'essai de ressorts : diagramme d'énergie et butée

Une machine d'essai de ressorts comporte un coulisseau de masse , qui glisse sans frottement sur une glissière horizontale. Il est attaché au ressort à tester.

Le coulisseau est repéré par son abscisse ; l'origine est sa position quand le ressort a sa longueur à vide. Les énergies potentielles élastiques ont pour référence le ressort à vide.

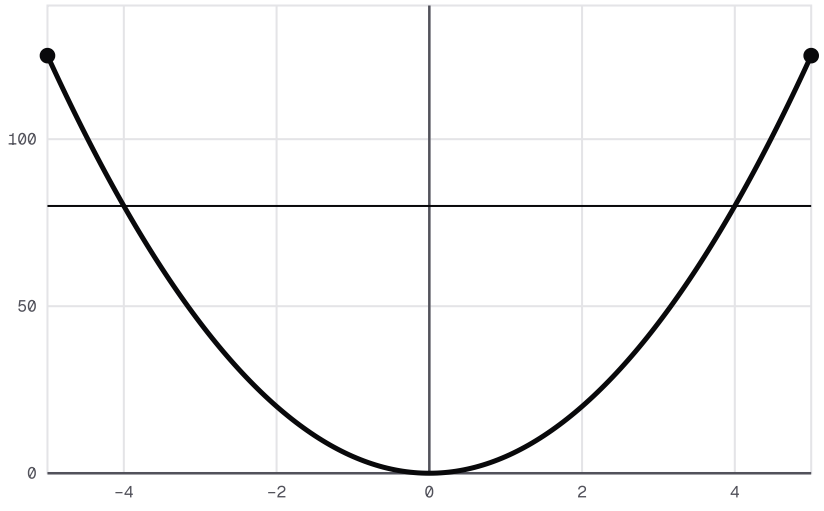


Diagramme d'énergie du coulisseau, premier essai

A.1. — 0,5 pts

Partie A : lecture d'un diagramme d'énergie.

Le document est le diagramme d'énergie du coulisseau lors d'un premier essai. Nomme les deux tracés. Que traduit la forme de celui de l'énergie mécanique ?

INDICE

Outil : la forme de l'énergie potentielle élastique en fonction de , et la condition de conservation.

A.2. — 0,75 pts

Lis l'énergie mécanique et l'amplitude des oscillations.

INDICE

Outil : aux positions extrêmes, l'énergie potentielle élastique égale l'énergie mécanique.

A.3. — 0,75 pts

Déduis-en la raideur du ressort testé.

INDICE

Outil : l'énergie potentielle élastique à une position extrême.

A.4. 1 pts

Détermine la vitesse du coulisseau quand il passe en .

INDICE

Outil : l'écart entre l'énergie mécanique et l'énergie potentielle élastique à cette position.

B.1. 0,75 pts

Partie B : lancer et butée.

Pour un second essai, le même coulisseau ( ) est attaché à un ressort de raideur , donnée par le fabricant. Le coulisseau, immobile en , reçoit une vitesse . Calcule son énergie mécanique.

INDICE

Outil : au lancer, le ressort a sa longueur à vide.

B.2. 1 pts

Montre que l'amplitude des oscillations s'écrit $\sqrt{}$, puis calcule-la.

INDICE

Outil : la conservation de l'énergie mécanique entre le lancer et une position extrême.

B.3. 0,75 pts

Une butée est placée en . Le coulisseau l'atteint-il ? Si oui, à quelle vitesse ?

INDICE

Outil : compare l'amplitude à la position de la butée, puis écris l'énergie mécanique en .

B.4. 0,5 pts

Exprime, puis calcule, la plus grande vitesse de lancer pour laquelle le coulisseau ne touche pas la butée.

INDICE

Outil : compare l'amplitude à .

Exercice 3 — 6 pts

Amortisseur de machine-outil : énergie perdue et frottements

Pour limiter les vibrations d'une machine-outil, on fixe sur son bâti un amortisseur : une masse liée à un ressort horizontal de raideur et solidaire d'un piston plongé dans un bain d'huile. La masse glisse sans frottement notable sur son support horizontal ; l'huile exerce sur le piston une force opposée à la vitesse.

L'abscisse de la masse est comptée depuis sa position quand le ressort est à vide. Référence de l'énergie potentielle élastique : ressort à vide ; l'énergie potentielle de pesanteur ne varie pas.

A.1. — 0,75 pts

Partie A : énergie aux extrêmes mesurés.

Le tableau donne les abscisses des positions extrêmes successives relevées sur un enregistrement.

Extrême	(cm)

Justifie qu'en une position extrême, l'énergie mécanique s'écrit – .

INDICE

Outil : la valeur de la vitesse au moment où la masse change de sens.

A.2. — 0,75 pts

Calcule l'énergie mécanique au premier et au dernier extrême du tableau. Quel pourcentage de l'énergie initiale a été perdu entre eux ?

INDICE

Outil : l'énergie aux extrêmes, avec les abscisses en mètres.

A.3. — 1 pts

Montre que, si chaque amplitude se déduit de la précédente en la multipliant par un même nombre , l'énergie mécanique est multipliée par à chaque demi-oscillation. Calcule sur les deux premières demi-oscillations du tableau. Quelle part de son énergie l'amortisseur perd-il à chaque demi-oscillation ?

INDICE

Outil : l'énergie mécanique écrite à deux extrêmes successifs.

A.4. 0,5 pts

Que devient l'énergie perdue par l'oscillateur ?

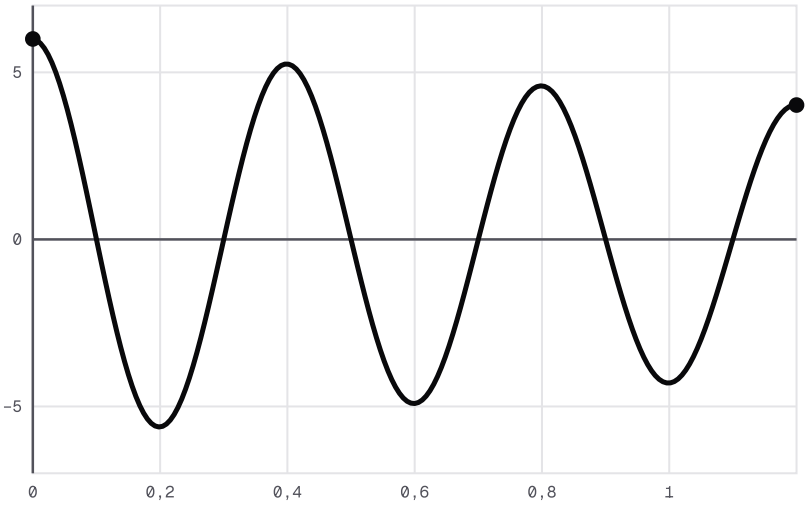
INDICE

Outil : l'effet de la force exercée par l'huile sur le piston.

B.1. 0,75 pts

Partie B : travail de la force exercée par l'huile.

On étudie un autre réglage de l'amortisseur, toujours avec . Le document donne un modèle de l'abscisse de la masse. Montre, à l'aide du théorème de l'énergie cinétique, que la variation de l'énergie mécanique entre deux positions est égale au travail $\vec{}$ de la force exercée par l'huile. Quel est le signe de ce travail ?



Abscisse de la masse de l'amortisseur (modèle)

INDICE

Outil : l'inventaire des forces qui travaillent, et le travail de la force de rappel du ressort.

B.2. 1 pts

Lis sur le document les abscisses à et à , deux extrêmes successifs. Calcule l'énergie mécanique en ces deux instants.

INDICE

Outil : aux extrêmes, l'énergie mécanique se calcule à partir de l'abscisse seule.

B.3. 1,25 pts

Sur cette demi-oscillation, on modélise l'action de l'huile par une force de valeur constante , opposée à la vitesse. Montre que $\vec{}$, puis calcule $\vec{}$ et .

INDICE

Outil : le travail d'une force constante opposée au déplacement, sur un trajet rectiligne sans changement de sens.

Exercice 4 6,5 pts

Deux oscillateurs de musée : barre de torsion et anneau pesant

Un musée des sciences présente deux oscillateurs, étudiés séparément. Les frottements sont négligés ; on prend .

A.1. 0,5 pts

Partie A : barre de torsion.

Une barre horizontale portant deux masselottes est suspendue en son milieu à un fil vertical de constante de torsion . Le moment d'inertie de la barre autour du fil est . On la tourne de depuis la position du fil non tordu, puis on la lâche sans vitesse.

Écris l'énergie mécanique de la barre en fonction de et de —, en précisant la référence.

INDICE

Outil : l'énergie cinétique de rotation et l'énergie potentielle de torsion.

A.2. 0,75 pts

Calcule l'énergie mécanique de la barre.

INDICE

Outil : au lâcher, la vitesse angulaire est nulle.

A.3. 1 pts

Calcule la vitesse angulaire maximale de la barre.

INDICE

Outil : la conservation de l'énergie mécanique jusqu'au passage par la position du fil non tordu.

A.4. 0,75 pts

Calcule le travail du couple de torsion quand la barre passe de à —. Est-il moteur ou résistant ?

INDICE

Outil : le travail du couple de torsion entre deux abscisses angulaires.

B.1. 0,75 pts

Partie B : anneau pesant.

Un anneau métallique de masse et de rayon est accroché par un point de sa circonférence à un axe horizontal . Son centre d'inertie est le centre de l'anneau, à la distance de l'axe, et .

Écris l'énergie potentielle de pesanteur de l'anneau en fonction de son abscisse angulaire , avec sa référence, puis son approximation pour de faibles oscillations.

INDICE

Outil : la hauteur du centre d'inertie au-dessus de sa position d'équilibre, puis l'approximation des petits angles.

B.2. 0,5 pts

Le document est le diagramme d'énergie de l'anneau : énergie potentielle de pesanteur en fonction de , en degrés, et énergie mécanique. Lis l'amplitude angulaire .

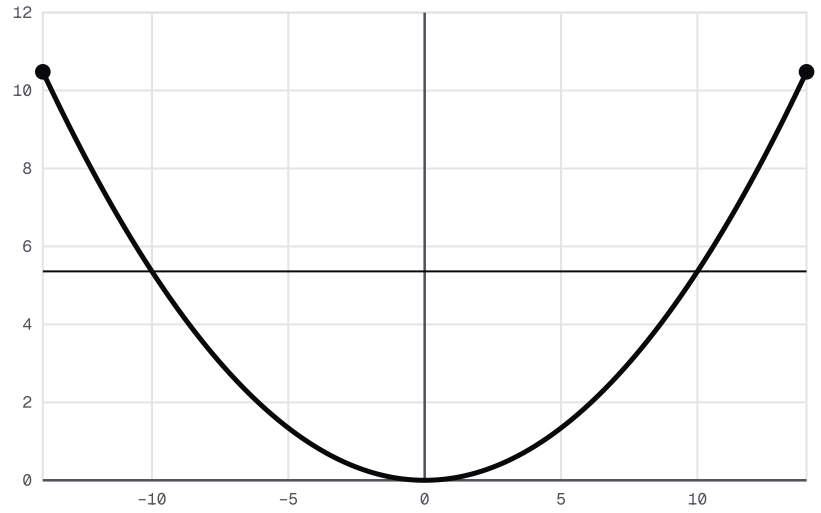


Diagramme d'énergie de l'anneau pesant

INDICE

Outil : les intersections de la droite de l'énergie mécanique et de la courbe de l'énergie potentielle.

B.3. 1,25 pts

Calcule l'énergie mécanique avec l'expression exacte, puis avec l'approximation. Montre que l'écart relatif entre les deux est inférieur à .

INDICE

Outil : l'énergie à la position extrême, l'angle converti en radians pour l'approximation.

B.4. 1 pts

Calcule la vitesse angulaire de l'anneau au passage par la position d'équilibre, puis la vitesse de son centre d'inertie.

INDICE

Outil : la conservation de l'énergie mécanique, puis le lien entre vitesse d'un point et vitesse angulaire.

Exercice 5 6 pts

TP : raideur d'un ressort, puis énergies d'un mobile

En TP, on étudie un ressort, puis un oscillateur construit avec lui. On prend .

A.1. 1 pts

Partie A : mesure de la raideur.

Propose un montage et un protocole pour mesurer la raideur du ressort avec des masses marquées et une règle.

INDICE

Outil : la condition d'équilibre d'une masse suspendue au ressort.

A.2. 0,5 pts

Une masse est suspendue au ressort, immobile. Montre que l'allongement à l'équilibre vaut —.

INDICE

Outil : la condition d'équilibre d'un solide soumis à deux forces.

A.3. 0,75 pts

Le tableau donne les mesures d'un groupe. Détermine .

(kg)	(cm)

INDICE

Outil : le rapport —— pour chaque ligne, ou la pente d'une droite.

A.4. 0,75 pts

Calcule l'énergie potentielle élastique du ressort pour la dernière ligne du tableau (référence : ressort à vide).

INDICE

Outil : l'énergie potentielle élastique avec l'allongement en mètres.

B.1. 0,75 pts

Partie B : énergies mesurées.

Un ressort de raideur , valeur donnée par le fabricant, est maintenant horizontal, attaché à un mobile à roues de masse qui roule sur un rail rectiligne horizontal. Un capteur de position à ultrasons suit l'abscisse du mobile, comptée depuis le ressort à vide ; le logiciel en déduit sa vitesse . À , il affiche et .

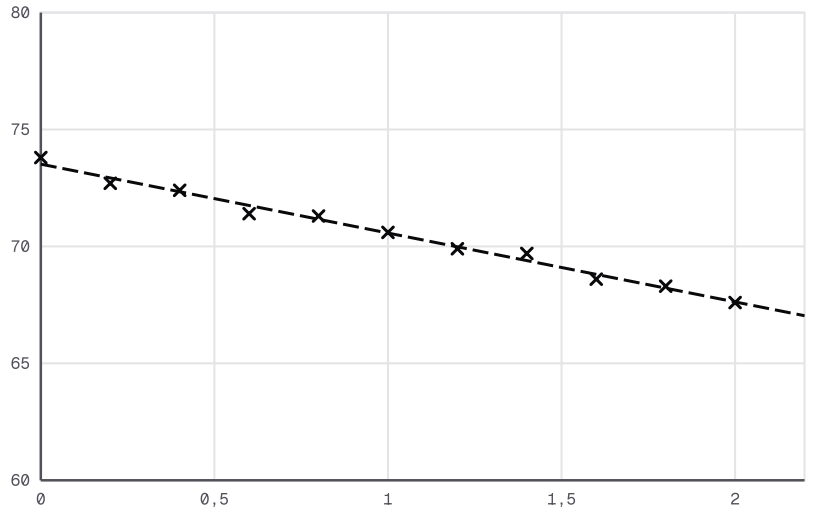
Calcule , et à cet instant, avec la référence au ressort à vide.

INDICE

Outil : les deux énergies du système solide-ressort horizontal, les longueurs en mètres.

B.2. 0,75 pts

Le document donne l'énergie mécanique calculée toutes les , avec sa droite de modélisation, d'équation (en , en). Exploite cette équation pour obtenir à et à , puis calcule la perte relative.



Énergie mécanique du mobile au cours du temps, mesures et modélisation

INDICE

Outil : une perte relative rapporte la diminution à la valeur de départ.

B.3. 0,5 pts

Propose une cause de cette diminution et une modification du dispositif qui la réduirait.

INDICE

Outil : la condition de conservation de l'énergie mécanique.

B.4. 1 pts

Déduis-en le travail des forces de frottement entre et . Si la décroissance garde la même allure, quelle énergie mécanique peut-on prévoir à ?

INDICE

Outil : la variation de l'énergie mécanique et le prolongement de la droite de modélisation.