

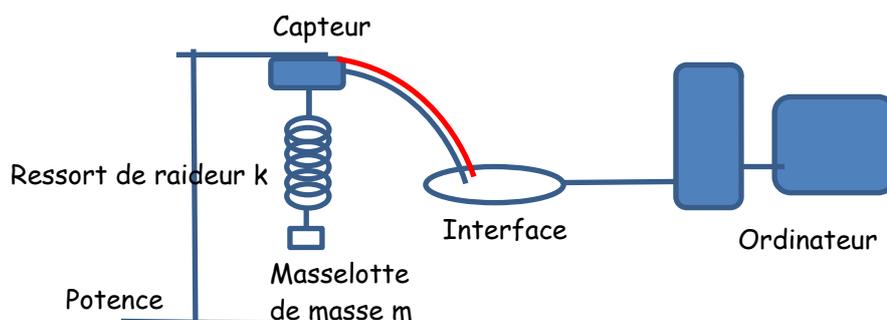
COMMENT ÉTUDIER L'ÉVOLUTION DES ÉNERGIES D'UN OSCILLATEUR ÉLASTIQUE ?

Compétences	APP	ANA	REA	VAL	COM	AUTO
Coefficients			2	2		2

Vous disposez du matériel nécessaire à l'étude des échanges énergétiques lors des oscillations verticales d'un pendule élastique. Le capteur est un capteur piézo-électrique placé sur une potence et qu'il faut directement relier à l'interface.

On suspend une masselotte et on enregistre les oscillations.

Schéma du montage :



Rappels : l'énergie cinétique s'exprime par $(1/2).m.v^2$, l'énergie potentielle de pesanteur par mgz , z étant l'altitude de la masse par rapport à une référence et l'énergie potentielle élastique par $(1/2).k.x^2$, x étant l'allongement du ressort.

- 1) Effectuer un enregistrement des positions successives de votre oscillateur pour une durée totale de quelques secondes (Durée Totale = 2s ; nombre de Points = 1000 ; Déclenchement → Source = EAO ; Niveau = 0V ; Condition = Sens montant). ATTENTION : NE JAMAIS DÉPASSER 50 g.
- 2) Modéliser (nommer X le modèle) par une fonction sinusoïdale de moyenne nulle.
- 3) Quel régime d'oscillations obtenez-vous ?
- 4) Comment mesurer la constante de raideur k de votre ressort à l'aide du graphique précédent ? Effectuer la mesure en précisant l'incertitude sur votre résultat. (REA + VAL)
- 5) Tracer l'évolution au cours du temps de l'énergie potentielle totale de votre système en utilisant la modélisation X pour la hauteur de votre système.
- 6) Sur le même graphique, tracer l'énergie cinétique et faire calculer la vitesse V comme dérivée du modèle X, puis faire calculer l'énergie cinétique à partir de V .
- 7) Enfin, tracer, toujours sur le même graphique, l'énergie mécanique.
- 8) Que constatez-vous ?
- 9) Comment interpréter vos courbes en termes d'échanges énergétiques ?

Compléments

A) QU'EST-CE QU'UNE ÉNERGIE POTENTIELLE ?

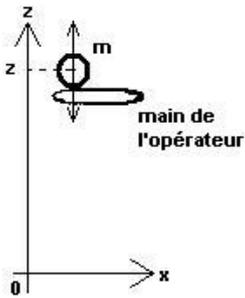
C'est une énergie liée à la position. On peut l'opposer à l'énergie cinétique, liée au mouvement (à la vitesse).

Comment la déterminer ? Elle est égale au travail que fournit un opérateur extérieur pour amener le système dans sa position.

Remarque : l'énergie cinétique dépend de la vitesse donc du référentiel, l'énergie potentielle dépend de la position donc du repère choisi.

B) QUELLE EST L'EXPRESSION DE L'ÉNERGIE POTentielle D'UNE MASSE M SITUÉE À UNE ALTITUDE z ?

Un opérateur extérieur, dont on a symboliquement représenté la main, soulève une masse m de l'altitude 0 à z . On suppose qu'il effectue ce travail à vitesse constante. Quel est le travail effectué par l'opérateur ?



Comme la montée a lieu à vitesse constante, les forces appliquées au solide se compensent : la force exercée par l'opérateur est l'opposée du poids, - \vec{P} (le point d'application du poids et

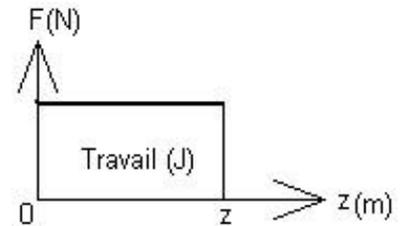
celui de la force de l'opérateur ne se trouvent pas au même endroit, attention).

Comme la force et le déplacement sont dans le même sens, le travail est dit « moteur », il est positif.

Comme la force est constante et que l'angle entre la force et de déplacement est nul, le travail est tout simplement le produit $F \cdot (z-0) = F \cdot z = mgz$. Il apparaît sur le graphique ci-dessous que le travail est l'aire sous la courbe $F(z)$. Donc l'énergie potentielle de pesanteur à une hauteur z est égale à ce travail qui a servi à amener la masse en z , $W_{op} = mgz$ et $E_p(z) = mgz$.

Rem : le travail du poids est l'opposé du travail de l'opérateur. En effet, entre 0 et z , $W_p = P \cdot (0-z) = -mgz = -E_p(z)$.

Exemple : quelle est l'énergie potentielle gravitationnelle d'un stylo de 20 g posé sur une table de 70 cm de hauteur, si on fixe l'origine des altitudes au sol ?



Autre manière : le travail est donné par le produit scalaire de la force par le vecteur déplacement : $W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$. Lorsqu'on soulève la masse, $W = F_{op} \cdot d \cdot \cos(\theta_{op, d}) = mgz \cdot \cos 0 = mgz = E_{p,g}$.

COMMENT ÉTUDIER L'ÉVOLUTION DES ÉNERGIES D'UN OSCILLATEUR ÉLASTIQUE ?

Compétences	APP	ANA	REA	VAL	COM	AUTO
Coefficients			2	2		2

Vous disposez du matériel nécessaire à l'étude des échanges énergétiques lors des oscillations verticales d'un pendule élastique. Le capteur est une jauge de contrainte qu'il faut directement relier à l'interface.

Rappels : l'énergie cinétique s'exprime par $(1/2).m.v^2$, l'énergie potentielle de pesanteur par mgz , z étant l'altitude de la masse par rapport à une référence et l'énergie potentielle élastique par $(1/2).k.x^2$, x étant l'allongement du ressort.

- 1) Effectuer un enregistrement des positions successives de votre oscillateur pour une durée totale de quelques secondes (Durée Totale = 2s ; nombre de Points = 1000 ; Déclenchement → Source = EA0 ; Niveau = 0V ; Condition = Sens montant). ATTENTION : NE JAMAIS DÉPASSER 50 g.
- 2) Modéliser (nommer X le modèle) par une fonction sinusoïdale de moyenne nulle.
- 3) Quel régime d'oscillations obtenez-vous ?
- 4) Comment mesurer la constante de raideur k de votre ressort à l'aide du graphique précédent ? Effectuer la mesure en précisant l'incertitude sur votre résultat. (REA + VAL)
- 5) Tracer l'évolution au cours du temps de l'énergie potentielle totale de votre système en utilisant la modélisation X pour la hauteur de votre système.
- 6) Sur le même graphique, tracer l'énergie cinétique et faire calculer la vitesse V comme dérivée du modèle X, puis faire calculer l'énergie cinétique à partir de V .
- 7) Enfin, tracer, toujours sur le même graphique, l'énergie mécanique.
- 8) Que constatez-vous ?
- 9) Comment interpréter vos courbes en termes d'échanges énergétiques ?

Compléments

A) QU'EST-CE QU'UNE ÉNERGIE POTENTIELLE ?

C'est une énergie liée à la position. On peut l'opposer à l'énergie cinétique, liée au mouvement (à la vitesse).

Comment la déterminer ? Elle est égale au travail que fournit un opérateur extérieur pour amener le système dans sa position.

Remarque : l'énergie cinétique dépend de la vitesse donc du référentiel, l'énergie potentielle dépend de la position donc du repère choisi.

B) QUELLE EST L'EXPRESSION DE L'ÉNERGIE POTENTIELLE D'UNE MASSE m SITUÉE À UNE ALTITUDE z ?

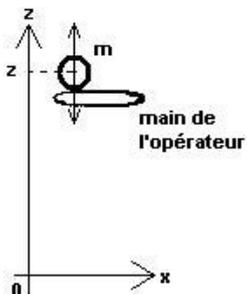
Un opérateur extérieur, dont on a symboliquement représenté la main, soulève une masse m de l'altitude 0 à z . On suppose qu'il effectue ce travail à vitesse constante. Quel est le travail effectué par l'opérateur ?

Comme la montée a lieu à vitesse constante, les forces appliquées au solide se compensent : la force exercée par l'opérateur est l'opposée du poids, $-P$ (le point d'application du poids et

celui de la force de l'opérateur ne se trouvent pas au même endroit, attention).

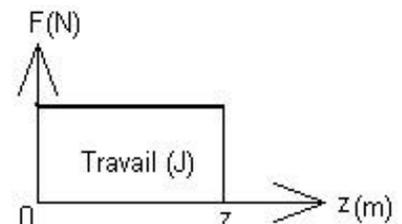
Comme la force et le déplacement sont dans le même sens, le travail est dit « moteur », il est positif.

Comme la force est constante et que l'angle entre la force et de déplacement est nul, le travail est tout simplement le produit $F.(z-0)=F.z = mgz$. Il apparaît sur le graphique ci-dessous que le travail est l'aire sous la courbe $F(z)$. Donc l'énergie potentielle de pesanteur à une hauteur z est égale à ce travail qui a servi à amener la masse en z , $W_{op} = mgz$ et $E_p(z) = mgz$.



Rem : le travail du poids est l'opposé du travail de l'opérateur. En effet, entre 0 et z , $W_p = P.(0-z) = -mgz = -E_p(z)$.

Exemple : quelle est l'énergie potentielle gravitationnelle d'un stylo de 20 g posé sur une table de 70 cm de hauteur, si on fixe l'origine des altitudes au sol ?



Autre manière : le travail est donné par le produit scalaire de la force par le vecteur déplacement : $W = \vec{F} \cdot \vec{d} =$

$F \cdot d \cdot \cos(\theta)$. Lorsqu'on soulève la masse, $W = F_{op} \cdot d \cdot \cos(0) = mgz \cdot \cos 0 = mgz = E_{p,g}$.

