

Applications directes

Étudier le travail d'une forme appliquée à l'extrémité d'un ressort

(§ 1 du cours)

1. Connaître l'expression d'un travail élémentaire



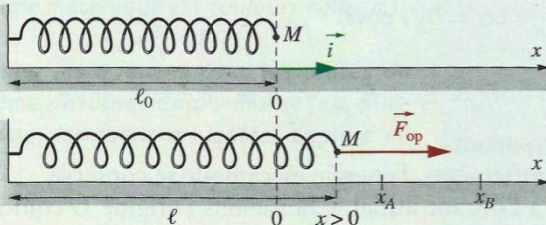
1. a. Quelle est l'expression du travail d'une force \vec{F} constante lorsque son point d'application se déplace de A à B?
- b. Préciser les unités des grandeurs intervenant dans cette relation.

2. a. Pourquoi cette relation n'est-elle pas valable pour calculer le travail d'une force que l'on exerce à l'extrémité d'un ressort pour l'allonger?
- b. Comment procède-t-on alors?

3. a. Donner l'expression du travail de la force exercée par un opérateur qui provoque un allongement x du ressort, à partir de sa longueur naturelle.
- b. Préciser les unités.

2. Savoir calculer le travail d'une force

On considère un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de constante de raideur $k = 23 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ et de longueur naturelle $\ell_0 = 12 \text{ cm}$. L'une des extrémités est fixe (voir le schéma ci-dessous).



On exerce sur l'autre extrémité une force \vec{F}_{op} pour étirer horizontalement le ressort jusqu'à une longueur ℓ .

1. Dans le repère $(O; \vec{i})$, quelle est l'expression de la coordonnée F_x de la force \vec{F}_{op} qui s'exerce sur le ressort pour maintenir un allongement x égal à $\ell - \ell_0$?

2. Quel est le travail élémentaire de \vec{F}_{op} pour allonger le ressort de x à $x + dx$?

3. a. En déduire l'expression du travail de \vec{F}_{op} pour allonger le ressort de 5 cm à partir de sa longueur naturelle.
- b. Calculer sa valeur.

4. On désire allonger le ressort de $x_A = 5 \text{ cm}$ à $x_B = 10 \text{ cm}$.

- a. Représenter sur un graphique la coordonnée F_x de la force \vec{F}_{op} exercée par l'opérateur en fonction de x .

- b. Comment représente-t-on, sur le graphique, le travail de la force \vec{F}_{op} lorsque le ressort s'allonge de x_A à x_B ?

- c. Calculer ce travail.

Déterminer l'énergie potentielle élastique d'un ressort

(§ 2 du cours)

4. Connaître l'expression de l'énergie potentielle élastique



Vrai ou faux. Rectifier les propositions inexactes.

1. L'énergie potentielle élastique d'un ressort, pour un allongement x , est égale au travail de la force exercée par l'opérateur qui provoque l'allongement x .

2. L'énergie potentielle élastique s'exprime en watt.

3. À la suite d'un allongement ou d'une compression de même longueur, un ressort à spires non jointives a la même énergie potentielle élastique.

4. Deux ressorts 1 et 2, de constantes de raideur k_1 et k_2 , sont allongés de x_1 et de x_2 .

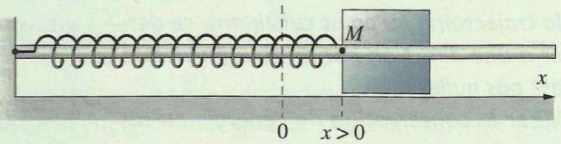
Si $k_1 = 2 \cdot k_2$ et $x_2 = 2 \cdot x_1$, les deux ressorts ont la même énergie potentielle élastique.

Déterminer l'énergie mécanique d'un système {solide, ressort}

(§ 3 du cours)

5. Savoir calculer l'énergie mécanique d'un système {solide, ressort}

Un solide de masse $m = 200 \text{ g}$ peut coulisser le long d'un axe horizontal. Il est relié à un ressort de constante de raideur $k = 10 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. On écarte de 5,0 cm le système de sa position d'équilibre, puis on l'abandonne sans vitesse initiale. Le système glisse horizontalement sans frottements et effectue des oscillations (voir le schéma ci-dessous).



1. Exprimer, puis calculer l'énergie mécanique du système {masse, ressort} à l'instant où on l'abandonne.

2. Donner l'expression de l'énergie mécanique du système au cours des oscillations.

3. Calculer la vitesse du solide :

- a. lorsque l'allongement du ressort est nul;

- b. lorsque l'allongement du ressort est 2,0 cm.

Déterminer l'énergie mécanique d'un projectile

(§ 4 du cours)

6. Utiliser la conservation de l'énergie mécanique

Sur une plage de l'océan Atlantique, un hélicoptère intervient pour hélitreuiller des nageurs qui se trouvent en difficulté. Le pilote maintient l'hélicoptère immobile à 8 m au-dessus de l'eau. Un sauveteur de masse 80 kg saute de l'hélicoptère afin d'aider les nageurs.

1. Calculer l'énergie mécanique initiale du sauveteur, en précisant le niveau de référence choisi pour exprimer l'énergie potentielle.

2. Avec quelle vitesse le sauveteur arrive-t-il à la surface de la mer?

3. Répondre à la question précédente lorsque le sauveteur saute de la même hauteur, l'hélicoptère se déplaçant horizontalement à $6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Donnée : accélération de la pesanteur : $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Utilisation des acquis

10. De l'eau pour produire de l'électricité

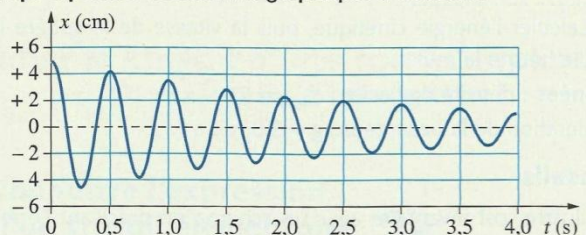
Dans une centrale hydroélectrique, l'énergie potentielle de l'eau contenue dans un barrage est transformée en énergie cinétique capable de faire tourner une turbine qui produira de l'électricité.

Quelle énergie maximale, en kilojoule, peut fournir $1,0 \text{ m}^3$ d'eau si la turbine est disposée 70 m sous le niveau du lac du barrage?

Donnée : accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

11. Les frottements travaillent

Un solide de masse $m = 285 \text{ g}$ peut glisser le long d'un axe horizontal. Il est relié à un ressort de constante de raideur $k = 45 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. L'enregistrement de l'évolution de l'allongement x du ressort au cours du temps a permis d'obtenir le graphique ci-dessous.



1. À quelles dates, le système {solide, ressort} possède-t-il de l'énergie, uniquement sous forme d'énergie potentielle élastique?

2. Quelle est l'énergie mécanique du système à $t = 0 \text{ s}$? à $t = 1,5 \text{ s}$?

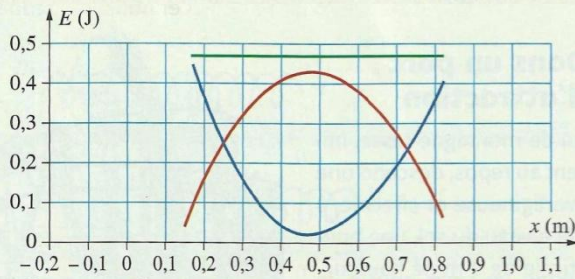
3. Comment l'énergie mécanique du système {solide, ressort} évolue-t-elle?

4. Calculer le travail des forces de frottements entre les dates :

- $t = 0 \text{ s}$ et $t = 1,5 \text{ s}$;
- $t = 1,5 \text{ s}$ et $t = 3 \text{ s}$.

12. Un lancer de balle

On a filmé le lancer parabolique d'une balle, puis repéré grâce à un logiciel de pointage, les différentes positions de la balle au cours de sa chute. Un logiciel de traitement a permis de calculer les énergies cinétique, potentielle et mécanique de la balle au cours de son mouvement.

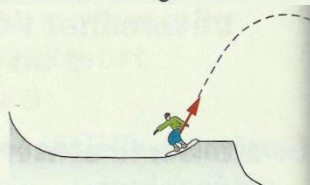


- Quelles sont les expressions littérales de ces différentes énergies ?
- Repérer les différentes énergies sur la représentation graphique ci-dessus. Justifier.
- L'énergie mécanique est-elle conservée ?

14. Back-loop

Lors d'une compétition, un snowboarder quitte la partie ascendante de la rampe à la vitesse de $45 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ et avec un angle de $\alpha = 55^\circ$ par rapport à l'horizontale. Son centre d'inertie décrit ensuite une trajectoire parabolique. On négligera l'action de l'air.

Donnée : accélération de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.



- On considère les coordonnées v_H et v_V des composantes horizontale et verticale du vecteur vitesse \vec{v}_G du centre d'inertie du snowboarder. Laquelle de ces deux composantes n'est pas modifiée au cours du mouvement de chute libre ? Justifier la réponse.
 - Exprimer l'énergie cinétique E_C du snowboarder en fonction de v_G , puis en fonction de v_V et v_H .
- Soit z l'altitude du centre d'inertie G du snowboarder par rapport au niveau de décollage. Exprimer l'énergie mécanique E_M en fonction de l'altitude z et des composantes horizontale et verticale de la vitesse \vec{v}_G à cette altitude.
- On considère deux altitudes z_1 et z_2 du centre d'inertie du snowboarder, et v_{V1} et v_{V2} les coordonnées des composantes verticales correspondantes du vecteur \vec{v}_G .
 - Appliquer la loi de conservation de l'énergie mécanique pour trouver une relation entre z_1 , z_2 , v_{V1} et v_{V2} .
 - Quelle est la hauteur maximale atteinte par le snowboarder ?

16. Pistolet à fléchettes

Un élève veut étudier le mouvement vertical de la fléchette d'un pistolet. Le ressort de ce pistolet a une constante de raideur $k = 150 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. L'élève le comprime de 10 cm . La masse m de la fléchette vaut 10 g .

On supposera que l'air n'a aucune action sur la fléchette et que les transferts d'énergie se font sans perte.

- Quelle est l'énergie potentielle élastique emmagasinée par le ressort lorsqu'il est comprimé ?
- Quelle est la vitesse de la fléchette lorsque le ressort reprend sa longueur à vide ?
- Quelle est l'altitude maximale atteinte par la fléchette ?
- En réalité, la fléchette ne s'élève que d'une hauteur de $5,0 \text{ m}$ à cause des frottements dus à l'air.
 - Calculer la valeur du travail de la force de frottements.
 - En déduire la valeur moyenne de cette force.

17. Ça monte !

À quelle vitesse initiale devrait être lancé verticalement un objet de masse 800 g pour atteindre une hauteur de 20 m si la force de frottement exercée par l'air sur l'objet peut être considérée comme constante, de valeur $1,2 \text{ N}$?

18. Jeu de neige

Un enfant descend une pente verglacée sur sa luge. Les forces de frottement exercées par la glace et par l'air sur le système {enfant, luge} sont supposées négligeables.



- Faire l'inventaire des forces appliquées au système.
 - Représenter ces forces sur un schéma en précisant leurs orientations.
 - Ces forces sont-elles constantes ?
- Exprimer le travail de ces forces pour un trajet A_1A_2 du centre d'inertie G du système.
- Appliquer le théorème de l'énergie cinétique pour exprimer la variation d'énergie cinétique du système en fonction du travail des forces appliquées au système.
- Montrer que l'énergie mécanique du système se conserve.
- La vitesse en A_1 du système est de $3 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Quelle est la vitesse en A_2 si la différence d'altitude entre A_1 et A_2 est de 10 m ?

20. Un jeu de force

Pour mesurer « sa force » à la fête foraine, Sophie lance un gros palet de masse m . Elle le lance, avec une vitesse v_0 , d'un point A d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale vers un point B situé plus haut.

- On néglige les frottements. Exprimer, puis calculer, la distance parcourue par le palet sur le plan incliné avant qu'il ne commence à redescendre.
- En réalité, le palet ne parcourt que la distance $AB = 2,50 \text{ m}$. Expliquer cette différence.

Données : $m = 5,0 \text{ kg}$; $v_0 = 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $g = 10,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$; $\alpha = 20,0^\circ$.

22. Le saut à l'élastique sans risque

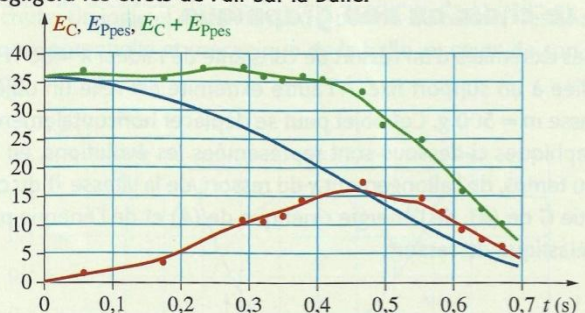
À l'extrémité d'un élastique de masse négligeable, de longueur à vide $\ell_0 = 2,00 \text{ m}$, on accroche une balle de masse $m = 0,76 \text{ kg}$.

L'autre extrémité de l'élastique est fixée à une hauteur de $4,70 \text{ m}$ du sol. On lâche la balle, sans vitesse initiale, de cette hauteur à un instant $t = 0 \text{ s}$.

L'exploitation d'une vidéo de cette chute donne les graphiques ci-dessous.

Les énergies sont exprimées en joule.

On négligera les effets de l'air sur la balle.



- Rappeler les expressions littérales des énergies potentielle de pesanteur, cinétique et mécanique de la balle.
 - Donner leur valeur à la date $t = 0 \text{ s}$. En déduire la référence choisie pour l'énergie potentielle de pesanteur.
- Tant que l'élastique n'est pas tendu, comment qualifier le mouvement de chute de la balle ?
 - Que peut-on dire de la valeur de l'énergie mécanique ?
 - Le document permet-il de confirmer cette affirmation ?
- Calculer les valeurs des énergies cinétique et potentielle de pesanteur de la balle lorsque l'élastique a pour longueur ℓ_0 .
- Déterminer graphiquement la date à laquelle l'élastique a pour longueur ℓ_0 ? Justifier.
 - En déduire graphiquement les valeurs de E_C et $E_{P_{pes}}$. Les comparer à celles calculées à la question 3.
- Lorsque la longueur ℓ de l'élastique est supérieure à ℓ_0 , une autre forme d'énergie intervient.
 - Quelle est cette énergie ?
 - En supposant que l'énergie mécanique totale se conserve, déterminer les valeurs des différentes énergies à la date $t = 0,60 \text{ s}$.