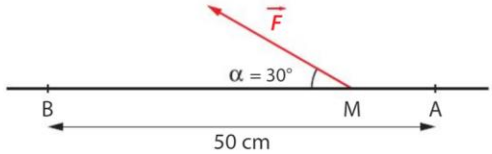
ASPECTS ENERGETIQUE DES SYSTEMES MECANIQUES

6 Calculer le travail d'une force

CORRIGÉ | Effectuer des calculs.

- À l'aide du schéma ci-dessous, calculer le travail de la force constante $\vec{F}$ dont la valeur est 3,0 N lors d'un déplacement du point d'application M de A à B.



6 Calculer le travail d'une force

Le déplacement a pour longueur AB = 50 cm.
Le travail de la force constante $\vec{F}$ est donc :

$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB} = F \times AB \times \cos 30°$

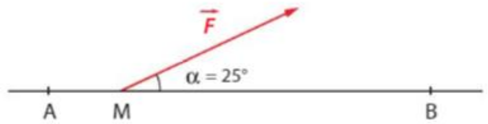
$W_{A\to B}(\vec{F}) = 3{,}0\ \text{N} \times 50 \times 10^{-2}\ \text{m} \times \cos(30°) = 1{,}3\ \text{J}$

---

8 Calculer une variation d'énergie cinétique

CORRIGÉ | Exploiter un schéma.

Un point M se déplaçant de A vers B distants de 5,0 m est soumis à une force constante de valeur $F = 10$ N.



- Calculer la variation de son énergie cinétique lors de son déplacement en supposant que les autres forces exercées sur le système ne travaillent pas.

8 Calculer une variation d'énergie cinétique

D'après le théorème de l'énergie cinétique, la variation d'énergie cinétique correspond au travail des forces appliquées au système.
Dans ce cas :

$\Delta\mathscr{E}_{c_{A\to B}} = W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB} = F \times AB \times \cos(25°)$

$\Delta\mathscr{E}_{c_{A\to B}} = 10\ \text{N} \times 5{,}0\ \text{m} \times \cos(25°) = 45\ \text{J}$

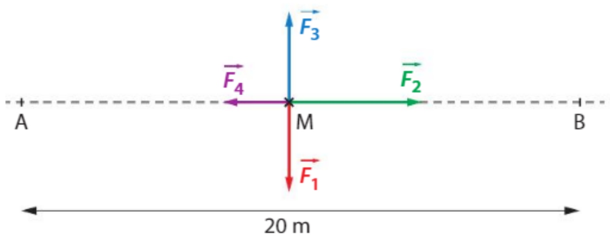
---

11 Calculer le travail d'une force de frottement

| Exploiter un schéma.

Un traîneau, modélisé par un point M, glisse sur la neige lors d'un déplacement de A à B. Il est soumis à un ensemble de forces de valeurs constantes et schématisées ci-dessous à l'échelle.

La force de traction $\vec{F}_2$ a une valeur de 300 N.

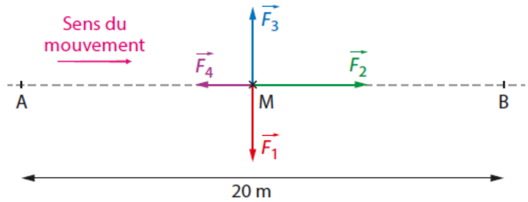


1. Repérer la force de frottement parmi celles représentées ci-dessus.

2. Calculer le travail de la force de frottement lors du déplacement de A à B.

11 Calculer le travail d'une force de frottemen

1. La force de frottement est la force $\vec{F}_4$ car son sens est opposé à celui du mouvement qui s'effectue de A vers B.



2. Les forces sont représentées à l'échelle. Ainsi :

Valeur de la force	Distance de représentation
$F_2 = 300$ N	1,4 cm
F_4	0,7 cm

$F_4 = 300\ \text{N} \times \dfrac{0{,}7\ \text{cm}}{1{,}4\ \text{cm}} = 1{,}5 \times 10^2\ \text{N}$

Remarque : suivant le support utilisé les longueurs peuvent être différentes mais le segment fléché représentant $\vec{F}_4$ est toujours deux fois plus petit que celui représentant $\vec{F}_2$.
On peut alors calculer le travail de cette force :

$W_{A\to B}(\vec{F}) = \vec{F_4}\cdot\overrightarrow{AB} = F_4 \times AB \times \cos(180°) = 150\ \text{N} \times 20\ \text{m} \times (-1)$
$= -3{,}0 \times 10^3\ \text{J}$

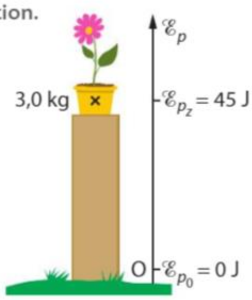
---

12 Calculer une altitude

CORRIGÉ | Extraire et organiser l'information.

Un pot de fleurs est posé sur un poteau.

- Calculer la hauteur à laquelle se trouve le pot de fleurs.



Donnée
- $g = 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$

12 Calculer une altitude

L'énergie potentielle de pesanteur vaut 45 J.

$\mathscr{E}_p = m \times g \times z$ donc $z = \dfrac{\mathscr{E}_p}{m \times g} = \dfrac{45\ \text{J}}{3{,}0\ \text{kg} \times 10\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}} = 1{,}5\ \text{m}$

Le pot de fleur est situé à 1,5 mètre du sol.

13 Calculer une variation d'énergie potentielle

| Effectuer des calculs.

Un système de masse $m = 3{,}0$ kg chute de 10 m.

• Calculer la variation de son énergie potentielle de pesanteur au cours de la chute.

Donnée

• $g = 10\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$

13 Calculer une variation d'énergie potentielle

Au cours de sa chute, le système est soumis à son poids qui est une force conservative. La variation de l'énergie potentielle de pesanteur est égale à l'opposé du travail du poids.

Dans ce cas :

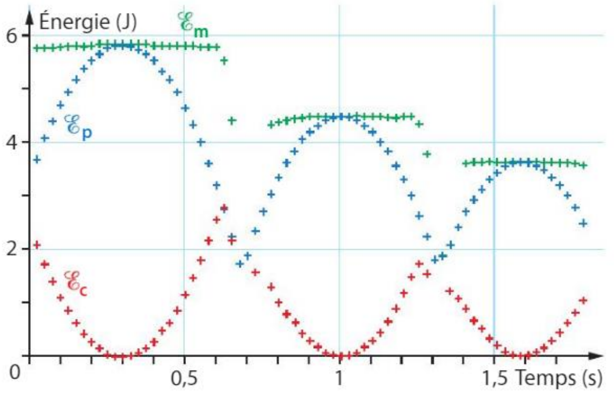
$$\Delta\mathscr{E}_{pA\to B} = -W_{A\to B}(\vec{P}) = -m \times g \times (z_A - z_B)$$
$$= -3{,}0\ \mathrm{kg} \times 10\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}} \times 10\ \mathrm{m} = -3{,}0 \times 10^2\ \mathrm{J}$$

L'énergie potentielle de pesanteur du système a diminué de $3{,}0 \times 10^2$ joules.

17 Étudier l'évolution de l'énergie mécanique

| Exploiter un graphique.

La représentation graphique ci-dessous montre l'évolution des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique d'un ballon qui rebondit. Quelques points aberrants ont été supprimés.



1. Évaluer la date du premier et du deuxième rebond.

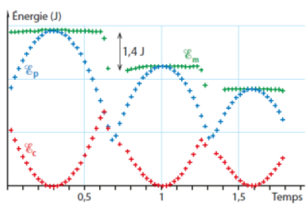
2. Évaluer le travail des forces non conservatives au cours du mouvement du ballon entre les dates $t_i = 0{,}5$ s et $t_f = 1$ s.

17 Étudier l'évolution de l'énergie mécanique

• Le premier rebond correspond à la première date à laquelle :
– la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur $\mathscr{E}_p$, de la balle est minimale ;
– la valeur de l'énergie cinétique $\mathscr{E}_m$, de la balle est maximale ;
– il a lieu pour $t \approx 0{,}7$ s.

• Le deuxième rebond correspond à la deuxième date à laquelle :
– la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur $\mathscr{E}_p$, de la balle est minimale ;
– la valeur de l'énergie cinétique $\mathscr{E}_m$, de la balle est maximale ;
– il a lieu pour $t \approx 1{,}4$ s.

2. Entre 0,5 s et 1 s, l'énergie mécanique a diminué d'environ 1,4 J. Le travail des forces non conservatives est donc environ – 1,4 J.



20 Tarzan

| Faire un schéma adapté ; effectuer des calculs.

Pour traverser une rivière, le jeune Tarzan décide d'agripper une liane et de « penduler » pour gagner la rive d'en face. Pour cela, il se laisse partir sans vitesse initiale, suspendu à sa liane de masse négligeable, accrochée à la branche d'un arbre au-dessus de la rivière.

1. Schématiser les forces exercées sur Tarzan.

2. Exprimer le travail du poids entre la position de départ et la position d'arrivée.

3.a. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

b. L'appliquer entre la position de départ et celle d'arrivée, sachant que seul le poids travaille.

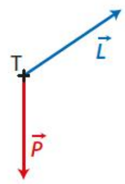
c. En déduire la valeur de la vitesse de Tarzan lorsqu'il arrive sur l'autre rive.

Données

• Tarzan est modélisé par un point matériel T, de masse m
• L'action de l'air sur Tarzan est négligeable
• Altitude du point T sur la rive de départ, mesurée par rapport à la surface de l'eau de la rivière : 15 m
• Altitude du point T sur la rive d'arrivée, mesurée par rapport à la surface de l'eau de la rivière : 11 m
• $g = 9{,}81\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$

20 Tarzan

1. Tarzan, modélisé par le point matériel T, est soumis à son poids $\vec{P}$ et à l'action $\vec{L}$ de la liane.



2. Entre la position de départ A et celle d'arrivée B, le travail du poids est :

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B)$$

3. a. D'après le théorème de l'énergie cinétique, la variation d'énergie cinétique du système est égale à la somme des travaux de toutes les forces extérieures appliquées au système :

$$\Delta\mathscr{E}_{c_{A\to B}} = \sum W_{A\to B}(\vec{F}_i)$$

b. Par application du théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta\mathscr{E}_{c_{A\to B}} = W_{A\to B}(\vec{P}).$$

Ainsi : $\frac{1}{2} m \times v_B^2 - \frac{1}{2} m \times v_A^2 = m \times g \times (z_A - z_B)$

La vitesse étant nulle au point de départ, il vient : $\frac{1}{2} v_B^2 = g \times (z_A - z_B)$

Donc :

$$v_B = \sqrt{2\,g \times (z_A - z_B)}$$
$$= \sqrt{2 \times 9{,}81\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}} \times (15 - 11)\ \mathrm{m}} = 8{,}9\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$$

25 Énergie cinétique d'une balle qui chute

| Estimer une incertitude de mesure.

On mesure la valeur de la vitesse de chute v acquise par une balle lestée de masse $m = 300{,}0$ g qui tombe d'une hauteur $h = 2{,}00$ m.
La mesure est réalisée 10 fois et les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous.

$v\,(\mathrm{m \cdot s^{-1}})$	6,24	6,27	6,26	6,27	6,25
	6,27	6,23	6,26	6,28	6,25

1.a. Calculer la valeur moyenne $\bar{v}$ de la vitesse acquise par la balle qui chute de la hauteur h.

b. Calculer alors l'énergie cinétique moyenne $\overline{\mathscr{E}}_c$ acquise par la balle.

2. Évaluer l'incertitude-type $u(v)$ sur la valeur de la vitesse.

3. Évaluer l'incertitude-type sur l'énergie cinétique donnée par la relation $u(\mathscr{E}_c) = 2 \times \overline{\mathscr{E}}_c \times \dfrac{u(v)}{\bar{v}}$.

4. Exprimer $\mathscr{E}_c$ sous la forme d'un encadrement.

25 Énergie cinétique d'une balle qui chute

1. a. La moyenne est : $\bar{v} = 6{,}258\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. On exprimera le résultat avec le nombre de chiffres significatifs adéquat à la dernière question.

b. L'énergie cinétique moyenne est :

$$\overline{\mathscr{E}}_c = \frac{1}{2}\, m \times \bar{v}^2 = \frac{1}{2} \times 0{,}3000 \times 6{,}258^2 = 5{,}874\ \mathrm{J}$$

La valeur sera arrondie à la question 4 en comparant avec l'incertitude-type.

2. On dispose de 10 répétitions de la mesure. L'incertitude sur la valeur de la vitesse est donnée par la relation : $u(v) = \dfrac{\sigma_{n-1}}{\sqrt{10}}$

L'écart type calculé à l'aide d'un tableur ou d'une calculatrice est $\sigma_{n-1} = 0{,}015\,49\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

Donc $(v) = \dfrac{0{,}015\,49\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}}{\sqrt{10}} = 4{,}899 \times 10^{-3}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

3. L'incertitude sur l'énergie cinétique vaut donc :

$$u(\mathscr{E}_c) = 2 \times 5{,}874\ \mathrm{J} \times \frac{4{,}899 \times 10^{-3}\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}}{6{,}258\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}} = 9{,}197 \times 10^{-3}\ \mathrm{J}$$

Cette incertitude est arrondie par excès à $u(\mathscr{E}_c) = 1{,}0 \times 10^{-2}$ J

4. On a donc : $5{,}86\ \mathrm{J} < \mathscr{E}_c < 5{,}88\ \mathrm{J}$

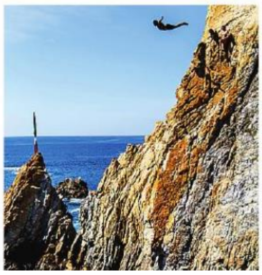
---

28 Résolution de problème

Plongée à Acapulco

| Construire les étapes d'une résolution de problème.

• Les plongeurs à Acapulco atteignent-ils l'eau à la vitesse annoncée dans l'article ?



« Trente-cinq mètres de hauteur, 3 secondes de chute libre, un sentiment de plénitude... puis le choc, violent, à près de 90 km/h, dans une ouverture de quatre mètres seulement de profondeur. Né d'un défi entre pêcheurs il y a 80 ans, ce grand saut est devenu la première attraction touristique d'Acapulco au Mexique. »

D'après lexpress.fr le 28/08/2015

Donnée

• $g = 9{,}81\ \mathrm{N \cdot kg^{-1}}$

28 Résolution de problème

Plongée à Acapulco

1re étape : S'approprier la question posée

Il s'agit de calculer une valeur de vitesse et de la comparer à une valeur donnée dans le document.

2e étape : Lire et comprendre les documents

La hauteur de chute est 35 m.
La valeur de la vitesse lorsque le plongeur atteint la surface de l'eau est proche de 90 km·h⁻¹.

3e étape : Dégager la problématique

Comment utiliser le théorème de l'énergie cinétique ou la variation de l'énergie mécanique pour calculer la valeur de la vitesse du plongeur lorsqu'il atteint la surface de l'eau ?

4e étape : Construire la réponse

<table>
<tr><th>En utilisant le théorème de l'énergie cinétique</th><th>En utilisant la variation de l'énergie mécanique</th></tr>
<tr><td colspan="2">1. Définir le système étudié assimilé à un point matériel.
2. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le système en supposant les frottements négligeables.
3. Choisir un axe vertical ascendant ayant pour origine la surface de l'eau pour repérer l'altitude du plongeur.
4. Identifier la position initiale A et la position finale B du système.
5. Repérer la vitesse initiale v_A, l'altitude initiale z_A, l'altitude finale z_B.</td></tr>
<tr><td>6. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
7. Exprimer les énergies cinétiques $\mathscr{E}_{c_A}$, $\mathscr{E}_{c_B}$, et le travail des forces appliquées $W_{A \to B}(\vec{F})$.
8. En déduire l'expression de la valeur de la vitesse v_B puis réaliser l'application numérique.
9. Comparer avec la valeur annoncée dans le texte et discuter.</td><td>6. Identifier les forces non conservatives et vérifier si leur travail est nul ou pas au cours du déplacement du système.
7. En déduire s'il y a conservation ou pas de l'énergie mécanique.
8. Exploiter la variation de l'énergie mécanique en utilisant les expressions des énergies cinétique et potentielle.
9. En déduire l'expression de la valeur de la vitesse v_B puis réaliser l'application numérique.
10. Comparer avec la valeur annoncée dans le texte et discuter.</td></tr>
</table>

5e étape : Répondre

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

À l'instant initial, le plongeur possède une vitesse nulle et se situe à une altitude de 35 m par rapport à la surface de l'eau.
On utilise le théorème de l'énergie cinétique ou la conservation de l'énergie mécanique pour calculer la valeur de sa vitesse lorsqu'il atteint la surface de l'eau.

• Mettre en forme la réponse.

<table>
<tr><th>En utilisant le théorème de l'énergie cinétique</th><th>En utilisant la variation de l'énergie mécanique</th></tr>
<tr><td colspan="2">On étudie le mouvement du plongeur assimilé à un point matériel.
On admet que le plongeur est en chute libre, il n'est donc soumis qu'à l'action de son poids $\vec{P}$.
On choisit un axe vertical ascendant (Oz) dont l'origine O est la surface de l'eau pour repérer l'altitude du plongeur.
La position initiale du plongeur est notée A et sa position finale est notée B.
Les données du document nous permettent d'écrire :
$z_A = 35$ m, $z_B = 0$ m, et $v_A = 0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>En utilisant le théorème de l'énergie cinétique</th><th>En utilisant la variation de l'énergie mécanique</th></tr>
<tr><td colspan="2">On étudie le mouvement du plongeur assimilé à un point matériel.
On admet que le plongeur est en chute libre, il n'est donc soumis qu'à l'action de son poids $\vec{P}$.
On choisit un axe vertical ascendant (Oz) dont l'origine O est la surface de l'eau pour repérer l'altitude du plongeur.
La position initiale du plongeur est notée A et sa position finale est notée B.
Les données du document nous permettent d'écrire :
$z_A = 35$ m, $z_B = 0$ m, et $v_A = 0$ m·s^{-1}</td></tr>
<tr><td>Le théorème de l'énergie cinétique permet d'écrire :
$\Delta\mathscr{E}_{c_{A\to B}} = W_{A\to B}(\vec{P})$.
On a donc :
$\frac{1}{2} m \times v_B^2 - \frac{1}{2} m \times v_A^2$
$= m \times g \times (z_A - z_B)$
Comme $v_A = 0$ m·s^{-1} et $z_B = 0$ m on peut écrire :
$\frac{1}{2} m \times v_B^2 = m \times g \times z_A$</td><td>Le système n'est soumis à aucune force non conservative.
Donc le travail des forces non conservatives est nul et l'énergie mécanique du système se conserve.
La conservation de l'énergie mécanique conduit à
$\mathscr{E}_{mA} = \mathscr{E}_{mB}$
On a donc :
$\mathscr{E}_{cA} + \mathscr{E}_{PA} = \mathscr{E}_{cB} + \mathscr{E}_{PB}$
$\frac{1}{2} m \times v_B^2 + m \times g \times z_B$
$= \frac{1}{2} m \times v_A^2 + m \times g \times z_A$
Comme $v_A = 0$ m·s^{-1}
et $z_B = 0$ m
on en déduit :
$\frac{1}{2} m \times v_B^2 = m \times g \times z_A$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Ainsi :
$v_B = \sqrt{2\, g \times z_A}$
$v_B = \sqrt{2 \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times 35 \text{ m}}$
$v_B = 26$ m·s^{-1}
soit $26 \times 3{,}6 = 94$ km·h^{-1}</td></tr>
</table>

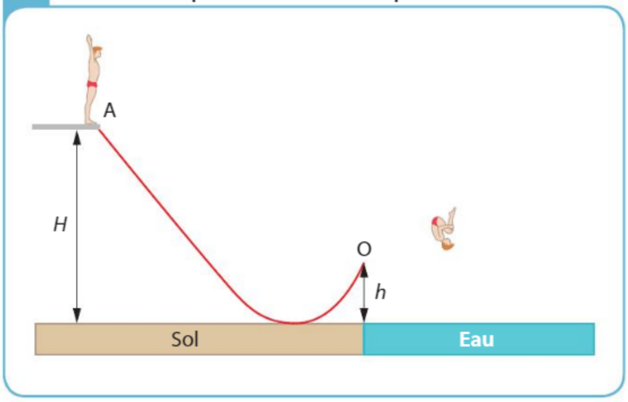
• **Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.**
En assimilant leur chute à une chute libre, les plongeurs d'Acapulco atteignent bien l'eau avec la valeur de vitesse annoncée dans l'article.

29 Water Jump

Exploiter un tableau, un schéma ; procéder à des analogies.

Le water Jump est une activité de glisse au cours de laquelle une personne glisse sur un toboggan mouillé qui se termine par un tremplin. À la sortie du tremplin, elle effectue un saut en chute libre et termine sa course dans l'eau.

A Profil d'une piste de Water Jump



B Caractéristiques de deux pistes différentes

	Hauteur H	Hauteur h
Piste débutants	$H_1 = 3{,}20$ m	$h_1 = 0{,}90$ m
Piste experts	H_2	$h_2 = 1{,}50$ m

Les frottements et l'action de l'air seront négligés dans toutes les étapes du mouvement.
Le travail de la force exercée par la piste sur la personne est nul sur tout le trajet.
L'origine des énergies potentielles est choisie au niveau du sol.

Utilisation de la piste pour débutants

1. Exprimer l'énergie mécanique $\mathscr{E}_{m_A}$ du débutant lorsqu'il s'élance de la position A sans vitesse initiale.

2. Comment évolue son énergie mécanique au cours du mouvement ?

3. Montrer que la vitesse atteinte en O a pour valeur $v_O = 6{,}7$ m·s^{-1}.

Utilisation de la piste pour experts

La personne utilise maintenant la piste experts et part sans vitesse initiale. Un panneau au départ de cette piste annonce que la valeur de la vitesse à la sortie du tremplin est deux fois plus importante que celle acquise avec la piste pour débutants.

4. Calculer la hauteur H_2 au départ de la piste experts.

29 Water Jump

Utilisation de la piste pour débutants

1. Dans la position initiale, notée A, l'énergie mécanique de la personne qui glisse est :

$$\mathscr{E}_{mA} = \frac{1}{2} m \times v_A^2 + m \times g \times z_A$$

Comme la vitesse en ce point est nulle, on en déduit :
$\mathscr{E}_{mA} = m \times g \times z_A$

2. On néglige les frottements et l'action de l'air, ainsi on peut considérer que l'énergie mécanique se conserve.

3. Comme l'énergie mécanique se conserve, on a : $\mathscr{E}_{mA} = \mathscr{E}_{mO}$

Cela conduit à : $\frac{1}{2} m \times v_A^2 + m \times g \times z_A = \frac{1}{2} m \times v_O^2 + m \times g \times z_O$

Comme $v_A = 0$ m·s^{-1}, on en déduit : $v_O = \sqrt{2\, g \times (z_A - z_O)}$

$v_O = \sqrt{2 \times 9{,}81 \text{ N}\cdot\text{kg}^{-1} \times (3{,}20 \text{ m} - 0{,}90 \text{ m})}$
$v_O = 6{,}7$ m·s^{-1}
On retrouve bien la valeur annoncée dans le texte.

Utilisation de la piste pour experts

4. La valeur de la vitesse en O' (sortie du tremplin) est deux fois plus importante que celle acquise avec la piste pour débutants, soit $v_{O'} = 13{,}4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

En considérant qu'il y a conservation de l'énergie mécanique, il vient : $\mathscr{E}_{m\,A'} = \mathscr{E}_{m\,O'}$

donc : $\frac{1}{2}\,m\times v_{A'}^2 + m\times g\times z_{A'} = \frac{1}{2}\,m\times v_{O'}^2 + m\times g\times z_{O'}$

Comme $v_{A'} = 0\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $z_{A'} = \frac{1}{2g}\,v_{O'}^2 + z_{O'}$

$$z_{A'} = \frac{1}{2\times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}}\times\left(13{,}4\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}\right)^2 + 1{,}50\ \text{m}$$

$z_{A'} = 10{,}7$ m

La hauteur H_2 au départ de la piste experts est 10,7 m.

34 Le badminton

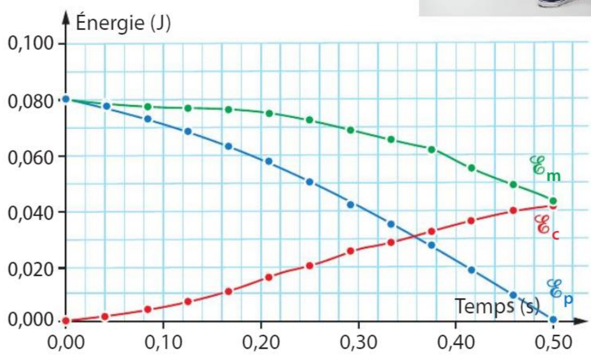
20 min

CORRIGÉ

| Exploiter un graphique ; effectuer des calculs.

Un volant de badminton est lâché quasiment sans vitesse initiale.

La représentation graphique ci-dessous montre l'évolution des énergies cinétique, potentielle de pesanteur et mécanique du système {volant} assimilé à un point matériel, au cours de sa chute.



1.a. Déterminer la hauteur initiale du système, à l'aide de la photographie.

b. Retrouver par le calcul l'énergie potentielle de pesanteur initiale du système.

2.a. Justifier, à l'aide de la représentation graphique, que le système est soumis à des forces non conservatives qui travaillent.

b. Déterminer graphiquement le travail de ces forces non conservatives entre 0 et 0,50 s.

3.a. Quelle action exercée sur le système est modélisée par les forces non conservatives ?

b. Déterminer la valeur, supposée constante, de l'ensemble de ces forces non conservatives.

Données

- masse du volant : 5,6 g
- valeur du champ de pesanteur $g = 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}$

34 CORRIGÉ **le badminton** (20 min)

1. D'après la photographie, la règle mesure 1,00 m dans la réalité. Sur la photographie, elle mesure 2,0 cm. L'altitude du volant par rapport au sol est de 3,0 cm sur la photographie. On en déduit la hauteur véritable du volant : $h = 1{,}00\ \text{m}\times\frac{3{,}0\ \text{cm}}{2{,}0\ \text{cm}} = 1{,}5$ m

Remarque : suivant le support utilisé les longueurs peuvent être différentes mais cela ne modifie pas la hauteur du volant. Suivant la précision des mesures, l'altitude trouvée peut cependant être un peu différente.

b. On détermine l'énergie potentielle de pesanteur du volant :

$$\mathscr{E}_p = m\times g\times z$$

Avec $h = 1{,}4$ m :

$\mathscr{E}_p = 5{,}6\times10^{-3}\,\text{kg}\times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}\times 1{,}4\ \text{m} = 0{,}077$ J

Avec $h = 1{,}5$ m :

$\mathscr{E}_p = 5{,}6\times10^{-3}\,\text{kg}\times 9{,}81\ \text{N}\cdot\text{kg}^{-1}\times 1{,}5\ \text{m} = 0{,}082$ J

On retrouve bien une énergie en accord avec le graphique.

2. a. On constate graphiquement que l'énergie mécanique du système ne se conserve pas. Le système {volant} est donc soumis à des forces non conservatives qui travaillent.

b. La variation d'énergie mécanique du système correspond au travail des forces non conservatives. D'après le graphique : $\Delta\mathscr{E}_m = 0{,}042\ \text{J} - 0{,}080\ \text{J} = -0{,}038$ J.

Le travail de ces forces conservatives est résistant et est égal à $-\,3{,}8\times10^{-2}$ J.

3. a. C'est l'action de l'air sur le volant de badminton qui est modélisée par les forces non conservatives (forces de frottement).

b. Le travail des forces non conservatives est égal à la variation de l'énergie mécanique.

En notant AB le déplacement on a donc :

$$\Delta\mathscr{E}_m = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB} = F\times AB\times\cos\left(\widehat{\vec{F}\,;\,\overrightarrow{AB}}\right) = F\times AB\times\cos(180^\circ)$$
$$= -\,F\times AB$$

On en déduit

$$F = \frac{-\Delta\mathscr{E}_m}{AB}$$

$$F = \frac{-(-0{,}038\ \text{J})}{1{,}5\ \text{m}}$$

$$F = 2{,}5\times10^{-2}\ \text{J}$$