

Chapitre 6: Etude de l'énergie au cours d'un mouvement (3ème)

Attention à la fin on donne les formules de E_p et E_c



Activité expérimentale

COMPÉTENCES
 ✓ Communiquer avec un langage scientifique
 ✓ Interpréter des résultats expérimentaux

1 Chute libre et énergie

Lorsqu'un-e skieur-se franchit une barre rocheuse, la vitesse rend sa réception dangereuse.

► Quelles sont les énergies mises en jeu lors d'une chute libre ?

Vidéo
 Une vidéo suite au film B - 0.14
 Manuel numérique



Protocole expérimental

- Fixer chaque boule à des hauteurs différentes.
- Lâcher les boules et réaliser une chronophotographie des chutes.
- Observer la déformation de l'argile suite à l'impact.



Matériel

- deux boules de pétanque identiques, deux potences, deux pinces de fixation
- un bloc d'argile
- un dispositif d'acquisition (tablette, etc.) permettant de réaliser une chronophotographie

Vocabulaire

- **Énergie cinétique (E_c)** : forme d'énergie que possède tout corps en mouvement du fait de sa vitesse.
- **Énergie potentielle de position (E_p)** : forme d'énergie que possède tout corps du fait de son altitude.
- **Joule (J)** : unité d'énergie dans le système international.

Questions

Observer

1. Quel intervalle de temps sépare deux positions successives des boules lors de leur chute ?
2. Comment évolue la distance entre deux positions successives des boules ?
3. Quelle boule déforme le plus l'argile ?

Raisonner

4. Comment varie la vitesse des boules au cours de leur chute ? Quelle boule a la plus grande vitesse juste avant l'impact ? Justifie ta réponse.
5. Quelle forme d'énergie possèdent les boules avant d'être lâchées ? Comment varie cette énergie quand l'altitude diminue ?
6. Les deux boules possèdent-elles la même énergie cinétique* lors de l'impact ? Justifie.

Conclure

7. Recopie le tableau ci-dessous en choisissant les bonnes propositions.

Forme d'énergie	Avant le lâcher	Pendant la chute	À l'impact sur l'argile
E_p^* de la boule	nulle / maximale	diminue / augmente / est constante	nulle / maximale
E_c^* de la boule	nulle / maximale	diminue / augmente / est constante	nulle / maximale

Ⓛ Exercice expérimental : n° 6 p. 110
 Quelle est l'influence de la masse lors d'une chute ?

Observations



Fig. : Les boules sont fixées puis lâchées à différentes hauteurs pour être photographiées toutes les 110 ms.

C6 Activité 1 p100

Chute libre et énergie

1. Il y a une photo toutes les 110 ms.
2. La distance augmente.
3. C'est la boule B qui déforme le plus.
4. La distance parcourue en 110 ms augmente donc la vitesse augmente.

La boule B a plus de vitesse au moment de l'impact car la trace laissée sur l'argile est plus grosse.

5. Avant le lâché, elles ont de l'énergie potentielle de position.

Cette énergie diminue quand l'altitude diminue.

6. La boule B fait une marque plus profonde donc elle possède plus d'énergie cinétique que la boule A.

Forme d'énergie	Avant le lâcher	Pendant la chute	À l'impact sur l'argile
E_p^* de la boule	nulle / maximale	diminue / augmente / est constante	nulle / maximale
E_c^* de la boule	nulle / maximale	diminue / augmente / est constante	nulle / maximale

On reverra en cours les formules :

Énergie cinétique en Joules (J)

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Vitesse (en m/s)

Masse (en kg)

Énergie potentielle de position en Joules (J)

$$E_p = m \times g \times h$$

altitude (en m)

Masse (en kg)

Intensité de pesanteur (en N/kg)

RAPPEL :

Energie cinétique en Joules (J)

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Vitesse (en m/s)

Masse (en kg)

Energie potentielle de position en Joules (J)

$$E_p = m \times g \times h$$

altitude (en m)

Masse (en kg)

Intensité de pesanteur (en N/kg)

Activité documentaire

COMPÉTENCES
 ✓ Communiquer avec un langage scientifique
 ✓ Interpréter une observation grâce à un modèle
 Méthode p. 203 Traiter la conservation de l'énergie



3 L'énergie mécanique

Dans un half-pipe, un skieur s'élève dans les airs pour effectuer des figures, avant de retomber sur la piste.

► Comment évolue l'énergie mécanique d'un objet quand son altitude varie ?

Doc.

Qu'est-ce que l'énergie mécanique* ?

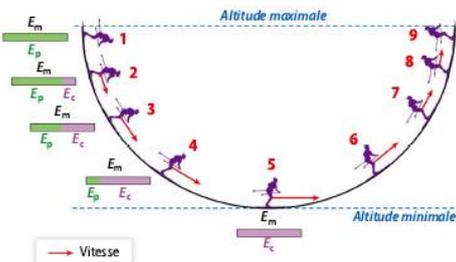


Fig. : Chronophotographie d'un skieur dans un half-pipe et représentation des énergies cinétique (E_c), potentielle de position (E_p) et mécanique* (E_m).

Remarque : Il existe toujours des frottements qui ralentissent le skieur.

- En position 1, à l'altitude maximale, le skieur possède une énergie potentielle de position maximale. Sa vitesse est nulle, il ne possède pas d'énergie cinétique.
- Lors de la descente, l'altitude diminue, donc l'énergie potentielle de position diminue et, simultanément, le skieur gagne de la vitesse, donc son énergie cinétique augmente.
- En position 5, l'altitude est minimale : l'énergie potentielle de position du skieur est nulle. Sa vitesse atteint son maximum : son énergie cinétique est donc maximale.

Vocabulaire

* **Énergie mécanique (E_m)** : somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de position. En l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve.

$$E_m = E_c + E_p$$

Questions

Comprendre

1. L'énergie potentielle de position du skieur est-elle plus importante en position 1 ou 5 ? et son énergie cinétique ?

Raisonner

2. Quelle conversion d'énergie s'effectue lors de la descente ?

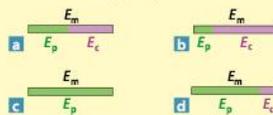
3. Entre les positions 5 et 9 :

- Comment varie l'altitude du skieur ?
- Comment varie l'énergie potentielle de position ?
- Comment varie la vitesse du skieur ?
- et son énergie cinétique ?

4. Quelle conversion d'énergie s'effectue lors de la montée ?

Conclure

5. Associe les bilans énergétiques ci-dessous à chaque position de la montée (6 à 9).



Que peut-on dire de l'énergie mécanique du skieur ?

Animation
 Les skieurs russes
 hater-clic.fr/jcc016

C6 Activité 3 p102 L'énergie mécanique

1. On voit que l'énergie potentielle est maximale en 1 et minimale en 5.
 On voit que l'énergie cinétique est minimale en 1 et maximale en 5.
2. A la descente, E_p devient E_c .
3. Entre les positions 1 et 5 : l'altitude augmente donc E_p aussi. La vitesse diminue donc E_c aussi.
4. A la montée, E_c devient E_p .
5. « a » est position 7
 « b » est position 6
 « c » est position 9
 « d » est position 8
 L'énergie mécanique du skieur est constante $E_p + E_c = \text{constante}$

5 Énergie cinétique et sécurité routière

De nombreux accidents de la route sont dus à une vitesse excessive. Cela peut avoir de graves conséquences humaines et matérielles.

► Comment est convertie l'énergie cinétique acquise par un véhicule et ses occupants ?



Fig. 1 : Mesure de la température du patin avant freinage.

Fig. 2 : Mesure de la température du patin après freinage.

Doc. 1

Que devient l'énergie cinétique lors du freinage ?

La sonde d'un thermomètre est appliquée contre le patin du frein d'une roue de vélo afin de mesurer sa température (Fig. 1). On fait tourner la roue puis on actionne le frein, et on mesure à nouveau la température du patin (Fig. 2).

Doc. 2

Que devient l'énergie cinétique lors d'un choc ?

Nelson Casadéi, ingénieur en sécurité routière chez Renault, a cherché à illustrer les effets de la vitesse, et donc de l'énergie cinétique, lors d'un choc.

En lançant un projectile sur des tubes métalliques identiques, il a étudié leur déformation en fonction de la vitesse du projectile. Casadéi a montré que, lors du choc, l'énergie cinétique des projectiles est convertie en énergie de déformation.

En plaçant côte à côte les tubes déformés en fonction de la vitesse du projectile, il a obtenu un « orgue » qui porte aujourd'hui son nom (Fig. 3).

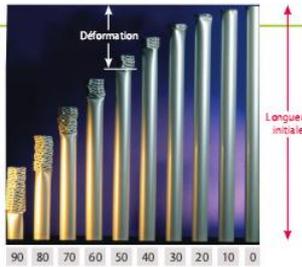


Fig. 3 : Orgue de Casadéi (la vitesse du projectile est indiquée en km/h).

Questions

Comprendre

- Comment varie la température du patin au cours du freinage ?
- Que provoque le projectile lancé sur les tubes métalliques utilisés par Casadéi ?

Raisonner

- Reproduis et complète le diagramme énergétique du frein.
- Explique pourquoi l'orgue de Casadéi montre que si la vitesse est doublée, la déformation quadruple.

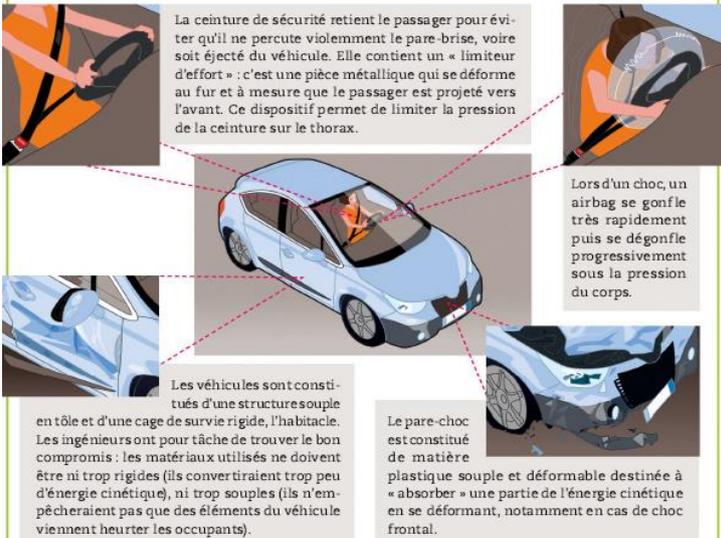


Lorsque le freinage n'est pas suffisant, un véhicule en mouvement risque la collision. Lors d'une collision, la vitesse d'un véhicule s'annule presque instantanément, mais les occupants conservent l'énergie cinétique acquise lors du mouvement : ils sont alors brutalement projetés vers l'avant et risquent de multiples traumatismes. Des dispositifs de sécurité sont donc prévus pour prendre le relais et préserver au maximum les occupants.

Doc. 3

La voiture, une « éponge à énergie »

Pour limiter les conséquences d'une collision, les dispositifs de sécurité convertissent une partie de l'énergie cinétique en se déformant.



La ceinture de sécurité retient le passager pour éviter qu'il ne percuté violemment le pare-brise, voire soit éjecté du véhicule. Elle contient un « limiteur d'effort » : c'est une pièce métallique qui se déforme au fur et à mesure que le passager est projeté vers l'avant. Ce dispositif permet de limiter la pression de la ceinture sur le thorax.

Lors d'un choc, un airbag se gonfle très rapidement puis se dégonfle progressivement sous la pression du corps.

Les véhicules sont constitués d'une structure souple en tôle et d'une cage de survie rigide, l'habitacle. Les ingénieurs ont pour tâche de trouver le bon compromis : les matériaux utilisés ne doivent être ni trop rigides (ils converteraient trop peu d'énergie cinétique), ni trop souples (ils n'empêcheraient pas que des éléments du véhicule viennent heurter les occupants).

Le pare-choc est constitué de matière plastique souple et déformable destinée à « absorber » une partie de l'énergie cinétique en se déformant, notamment en cas de choc frontal.

Questions

Comprendre

- Qu'arrive-t-il aux occupants si la vitesse du véhicule diminue trop brutalement ?
- Lors d'une collision, en quelle forme d'énergie est convertie l'énergie cinétique du véhicule ?

Raisonner

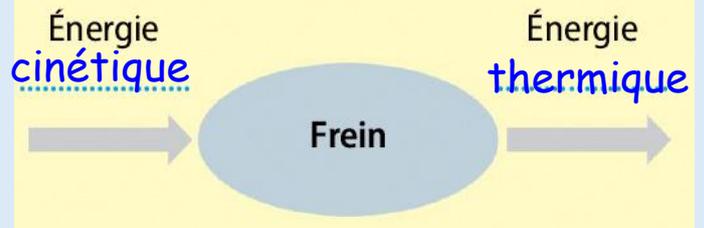
- Quel est le point commun à tous les dispositifs de sécurité ? Explique leur fonctionnement.

Conclusion

- En quelle forme d'énergie l'énergie cinétique est-elle convertie lors d'un freinage ? et lors d'un choc ?

C6 Activité 5p104 Énergie cinétique et sécurité routière

- La température augmente.
- Le tube se tasse (se déforme).
-



- Pour 40 km/h tassement de 10 mm
Pour 80 km/h il est de 40 mm, c'est 4 fois plus !
- Ils sont projetés vers l'avant.
- Ec est transformée en énergie de déformation.
- Ils absorbent l'énergie cinétique qui n'a pas eu le temps d'être absorbée par les freins et se déforment à la place des passagers.
- Lors d'un freinage l'énergie cinétique est convertie en énergie thermique. Lors d'un choc elle est convertie en énergie de déformation.

3eme



CHAPITRE VI

ETUDE DE L'ÉNERGIE AU COURS DU MOUVEMENT

SCIENCEO



Grandeurs	Notation	Unités	Appareils de mesure	Remarques	
masse	m	kilogramme	kg	Balance	1000 kg = 1 t (tonne)
distance	d	mètre	m	Un mètre, une règle...	
temps	t	seconde	s	Chronomètre	1 h = 60 min = 3600 s 1 min = 60 s
vitesse	v	mètre par seconde	m/s	Cinémomètre	Unité usuelle : kilomètre par heure (km/h)
Energie	E	Joule	J	Joule mètre	E = P x t

0.1

Le Solar Impulse, prototype d'avion solaire, a relié Honolulu à la Californie (4 700 km) en 62 heures.

On calcule la vitesse en utilisant la formule $v = \frac{d}{t}$ ainsi : $v = \frac{4\,700}{62} \approx 76 \text{ km/h}$

■ Calcule la vitesse du Solar Impulse, en considérant qu'il a un mouvement uniforme (arrondi à l'unité).

■ Pour avoir des m/s il faut diviser par 3,6

Donc $v = \frac{76}{3,6} \approx 21 \text{ m/s}$

$m/s \times \frac{3,6}{1} = Km/h$

0.5

Sécurité routière

Conversion lors d'un freinage : scooter → Freins → Énergie thermique

Conversion lors d'un choc : scooter → Carrosserie → Énergie cinétique → Énergie thermique + Énergie de déformation

- Lors d'un freinage brutal ou d'un choc, l'énergie cinétique d'un véhicule et de ses occupants peut entraîner des lésions graves.
- Pour en limiter les conséquences, des dispositifs permettent de convertir cette énergie cinétique :
 - en énergie thermique lors du freinage
 - en énergie de déformation lors d'une collision si le freinage n'est pas suffisant

0.6

Lorsqu'un corps est situé à une certaine altitude il possède une forme d'énergie appelée **énergie potentielle de position** (ou **énergie potentielle de pesanteur**).

Cette énergie potentielle de position, notée E_p est proportionnelle à l'altitude h du corps, à sa masse m et aussi à l'intensité de la pesanteur g (selon la relation « limite programme » $E_p = m \times g \times h$).

E_p proportionnelle à l'altitude h

E_p proportionnelle à la masse m

E_p proportionnelle à l'intensité de pesanteur

0.2

Objectifs Chapitre 6 : Étude de l'énergie au cours d'un mouvement (3eme)

Je connais	Je sais faire
0.1 Connaître les grandeurs : masse, distance, temps, vitesse et énergie.	0.5 Savoir calculer une vitesse et convertir des km/h en m/s et inversement.
0.2 Savoir de quelles grandeurs dépend l'énergie potentielle de position (ou de pesanteur).	0.6 Identifier les conversions d'énergie lors d'un mouvement.
0.3 Connaître la formule de l'énergie cinétique : $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ (avec les unités).	0.7 Établir un bilan énergétique $E_m = E_c + E_p$ (sans frottement).
0.4 Savoir ce qu'est l'énergie mécanique E_m et dans quel cas elle se conserve.	0.8 Calculer une énergie cinétique à l'aide de la formule.
	0.9 Savoir utiliser la formule $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ pour calculer une masse ou une vitesse

Un wagon de parc d'attraction est lâché de la position 1 sans vitesse initiale. On considère que les frottements sont négligeables au cours du mouvement.

a. Comment évolue l'énergie mécanique au cours du mouvement ? Justifie ta réponse.

b. Retrouve les valeurs manquantes de E_p et de E_c pour les différentes positions du wagon.

a. L'énergie mécanique est conservée car il n'y a pas de frottements.

b. Comme il y a conservation de l'énergie mécanique, elle a la même valeur partout !

En position 1 : $v_1 = 0 \text{ m/s}$
donc $E_{c1} = \frac{1}{2} \times m \times v_1^2 = 0 \text{ J}$
donc $E_m = E_p + E_c = E_{p1}$
 $E_m = 60\,000 - 25\,000 = 35\,000 \text{ J}$

En position 2, même E_m :
 $E_{p2} + E_{c2} = E_m = 35\,000 \text{ J}$
 $E_{p2} = 60\,000 - 35\,000 = 25\,000 \text{ J}$
 $E_{c2} = 60\,000 - 35\,000 = 25\,000 \text{ J}$

0.7

Un corps en mouvement possède une forme d'énergie appelée **énergie cinétique**.

Cette énergie cinétique, notée E_c , dépend de la vitesse v du corps mais aussi de sa masse m selon la relation suivante :

$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ (en Joules [J])

Vitesse (en m/s)

Masse (en kg)

Influence de la masse

Influence de la vitesse

■ Calcule l'énergie cinétique de Brian et son scooter.

■ On convertit la vitesse en m/s : $v = 40 \text{ km/h}$
 $v = 40 \times \frac{1\,000}{3\,600} = 11,1 \text{ m/s}$ (arrondi au dixième)

■ On applique la formule $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$
 $E_c = \frac{1}{2} \times 150 \times 11,1^2 = 9\,243,7 \text{ J}$

■ Dans la piscine, les grenouilles l'énergie cinétique est proportionnelle à la vitesse au carré.

■ Plus la vitesse est grande, plus l'énergie cinétique est importante.

0.3

On appelle **énergie mécanique**, notée E_m , la somme de l'énergie potentielle de pesanteur E_p et de l'énergie cinétique E_c que possède un corps. Donc par définition : $E_m = E_c + E_p$

En l'absence de frottements, cette quantité d'énergie se conserve dans le temps : $E_m = E_c + E_p = \text{valeur constante}$

CHIFFRES ET CONVERSION D'ÉNERGIE

Quand l'altitude à diminuer, l'énergie potentielle de position diminue.

Quand la vitesse augmente, l'énergie cinétique augmente.

Quand l'altitude à diminuer, E_p est maximale et E_c est nulle.

Quand la vitesse augmente, E_c est maximale et E_p est nulle.

0.8

Il existe deux autres versions équivalentes à cette formule : $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

$m = \frac{2 \times E_c}{v^2}$ et $v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}}$

Une voiture roule à $v = 10 \text{ m/s}$ et possède une énergie cinétique de $E_c = 100\,000 \text{ J}$. Quelle est sa masse m ?

$m = \frac{2 \times E_c}{v^2} = \frac{2 \times 100\,000}{10^2} = 2\,000 \text{ kg}$

Une voiture de $m = 2\,000 \text{ kg}$, possède une énergie cinétique de $E_c = 100\,000 \text{ J}$. Quelle est sa vitesse v ?

$v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 100\,000}{2\,000}} = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$

0.9

C6 Résumé de cours :

Etude de l'énergie au cours d'un mouvement (3ème)

- Un corps en **mouvement** possède une forme d'énergie appelée **énergie cinétique**.
- Cette énergie cinétique, notée E_c , dépend de la vitesse v du corps mais aussi de sa masse m selon la relation suivante :

$$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

Energie cinétique (en Joules (J))

Vitesse (en m/s)

Masse (en kg)

- De même, lorsqu'un corps est situé à une certaine **altitude** il possède également une forme d'énergie appelée **énergie potentielle de position** (ou **énergie potentielle de pesanteur**).
- Cette énergie potentielle de position, notée E_p est **proportionnelle** à l'**altitude** h du corps, à sa **masse** m et aussi à l'**intensité de la pesanteur** g (selon la relation « limite programme » $E_p = m \times g \times h$).
- On appelle **énergie mécanique**, notée E_m , la **somme** de l'énergie potentielle de pesanteur E_p et de l'énergie cinétique E_c que possède un corps. Donc par définition : $E_m = E_c + E_p$
- En l'absence de frottements, cette quantité d'énergie se conserve dans le temps : $E_m = E_c + E_p = \text{valeur constante}$
- **Lors d'un freinage brutal** ou d'un choc, l'énergie cinétique d'un véhicule et de ses occupants peut entraîner des **lésions graves**.
- Pour en limiter les conséquences, des dispositifs permettent de **convertir cette énergie cinétique** :
 - en énergie thermique lors du freinage
 - en **énergie de déformation** lors d'une collision si le freinage n'est pas suffisant.

8 J'apprends à rédiger

Utiliser une formule mathématique

$$m_{\text{totale}} = 150 \text{ kg}$$

$$v = 40 \text{ km/h}$$

EXERCICE CORRIGÉ

- Calcule l'énergie cinétique de Brian et son scooter.



- On convertit la vitesse en m/s :
 $v = 40 \text{ km/h}$
 $v = 40 \times 1\,000 \text{ m} \div 3\,600 \text{ s}$
 $v = 11,1 \text{ m/s}$ arrondis au dixième.
- On applique la formule $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$.
- $E_c = 0,5 \times 150 \times 11,1^2 \approx 9\,240,8 \text{ J}$

À toi de rédiger !

- Une voiture de masse 1,5 tonne roule à une vitesse de 130 km/h. Calcule son énergie cinétique.

Conseil N'oublie pas de respecter les unités.

C6 Exo 8p110

J'apprends à rédiger

On convertit

La vitesse en m/s

$$V = 130 \text{ km/h}$$

$$V = 130 \times 1\,000 \text{ m} / 3\,600 \text{ s}$$

$$V = 36,1 \text{ m/s au dixième près}$$

On applique $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

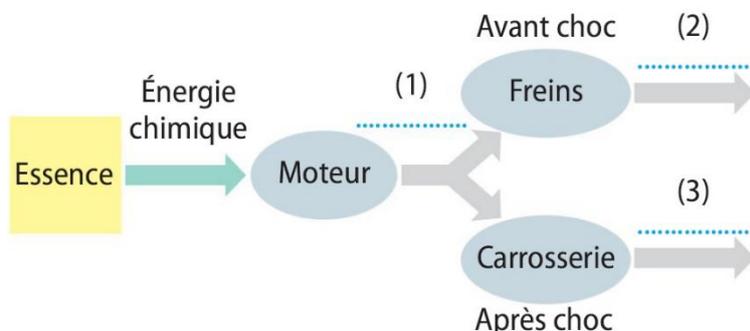
$$E_c = 0,5 \times 1\,500 \times (36,1)^2$$

$$= 977\,407,5 \text{ J}$$

18 Une chaîne énergétique

Utiliser un modèle

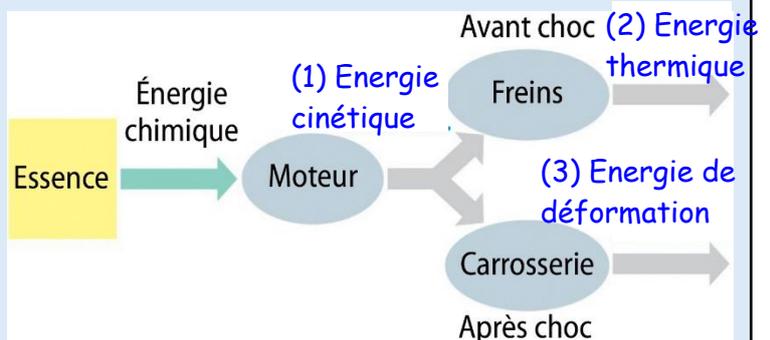
- Recopie et complète la chaîne énergétique associée à un véhicule avant et après une collision à l'aide des formes d'énergie suivantes : *énergie thermique* • *énergie de déformation* • *énergie cinétique*.



(1) Énergie cinétique

C6 Exo 18p112

Une chaîne énergétique



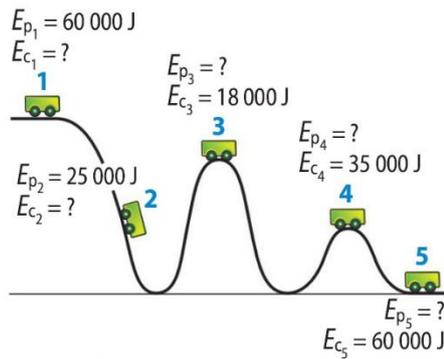
20 Au parc d'attraction

Raisonnement et calculer

Un wagon de parc d'attraction est lâché de la position 1 sans vitesse initiale. On considère que les frottements sont négligeables au cours du mouvement.

a. Comment évolue l'énergie mécanique au cours du mouvement ? Justifie ta réponse.

b. Retrouve les valeurs manquantes de E_p et de E_c pour les différentes positions du wagon.



C6 Exo 20p112

Au parc d'attraction

a. L'énergie mécanique est conservée car il n'y a pas de frottements.

b. Comme il y a conservation de l'énergie mécanique, elle a la même valeur partout !

En position 1 :

on peut trouver cette valeur:

$$V_1 = 0\text{ m/s}$$

$$\text{donc } E_{c1} = 0,5 \times m \times 0^2 = 0\text{ J}$$

$$\text{donc } E_m = E_{m1} = E_{c1} + E_{p1}$$

$$= 0 + 60\,000 = 60\,000\text{ J}$$

En position 2, même E_m :

$$60\,000 = E_{p2} + E_{c2} \quad \text{donc :}$$

$$E_{c2} = 60\,000 - E_{p2}$$

$$= 60\,000 - 25\,000 = 35\,000\text{ J}$$

De même :

$$E_{p3} = 60\,000 - 18\,000 = 42\,000\text{ J}$$

$$E_{p4} = 60\,000 - 35\,000 = 25\,000\text{ J}$$

$$E_{p5} = 60\,000 - 60\,000 = 0\text{ J}$$

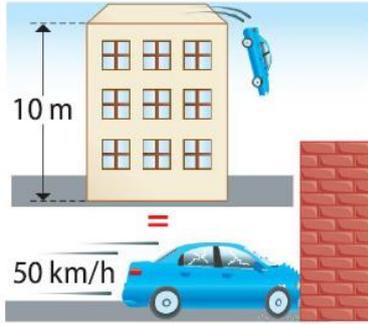
21 Je résous une tâche complexe

Utiliser une formule mathématique et raisonner

■ En exploitant les documents ci-dessous et en faisant appel à tes connaissances, vérifie la validité de la comparaison proposée par la sécurité routière.

Doc. 1 Sécurité routière

Pour illustrer les conséquences dramatiques d'un accident, un choc frontal à 50 km/h contre un obstacle fixe est comparé à une chute du haut d'un immeuble de 10 m.



Doc. 2 Chute libre et énergie

Au cours d'une chute libre, si on néglige les frottements de l'air, l'énergie potentielle de position se convertit totalement en énergie cinétique. L'énergie mécanique se conserve.

Doc. 3 L'énergie potentielle de position

$$E_p = m \times g \times h$$

en J en kg $g = 9,8 \text{ N/kg}$ en m

C6 Exo 21p112

Je résous une tâche complexe

• Doc.1

L'énergie potentielle à 10m devient de l'énergie cinétique qui devient de l'énergie de déformation au choc.

$$E_{\text{choc 1}} = m \times g \times h \\ \approx m \times 9,8 \times 10 \approx 98 \times m$$

• Doc. 2

L'énergie cinétique qui devient de l'énergie de déformation au choc.

$$E_{\text{choc 2}} = \frac{1}{2} \times m \times v^2 \\ \approx 0,5 \times m \times \left(\frac{50}{3,6}\right)^2 \\ \approx 0,5 \times m \times 193 \\ \approx 97 \times m$$

Les deux énergies de déformation sont presque les mêmes (quelle que soit la masse m)

Il reste à travailler les QCM en ligne ...