

Niveau : 3^{ème}

Thème : Mécanique

Discipline :

PHYSIQUE-CHIMIE

CÔTE D'IVOIRE – ÉCOLE NUMÉRIQUE



THEME : MECANIQUE

TITRE DE LA LEÇON : ÉNERGIE MÉCANIQUE

I. SITUATION D'APPRENTISSAGE

A l'occasion de la récolte hebdomadaire de papayes, les élèves de la classe de 3^{ème} 4, membres de la coopérative scolaire du Lycée Moderne de Bonon cueillent des papayes mures pour les commercialiser. Ils constatent qu'en tombant, les papayes cueillies sur les papayers de grande taille s'abiment plus que celles provenant des papayers de petite taille. Pour comprendre cette situation, ils se proposent avec l'aide de leur professeur de Physique-Chimie, de définir l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur et d'expliquer les transformations mutuelles d'énergie.

II. CONTENU DE LA LEÇON

1- Energie cinétique d'un solide

1.1. Définition

L'énergie cinétique d'un solide de masse (m) est l'énergie que possède ce solide du fait de sa vitesse (v). L'énergie cinétique est notée E_C

L'unité légale de l'énergie cinétique est le joule. (J).

1.2. Expression de l'énergie cinétique

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 \text{ avec } \begin{cases} v : \text{vitesse du solide en m/s} \\ m : \text{masse du solide en kg} \\ E_C : \text{énergie cinétique en Joule (J)} \end{cases}$$

Remarque : A partir de cette relation, nous pouvons obtenir les relations suivantes :

$$E_C = \frac{1}{2} m v^2 \Rightarrow \begin{cases} m = \frac{2E_C}{v^2} \\ v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} \end{cases}$$

Activité d'application

1. Donne l'expression de l'énergie cinétique d'un mobile.
2. Calcule la valeur de l'énergie cinétique d'un mobile de masse $m = 50$ kg qui se déplace à la vitesse de 2 m/s.
3. Détermine la vitesse de ce mobile de $m = 50$ kg si son énergie cinétique vaut 2500 J.

Corrigé

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

$$2. E_c = 0,5 \times 50 \times 2^2 = 100 \text{ J}$$

$$3. v = \sqrt{\frac{2 \times E_c}{m}}$$

$$\text{A.N : } v = \sqrt{\frac{2 \times 2500}{50}} \quad v = 10 \text{ m/s}$$

2. Energie potentielle de pesanteur d'un solide

2.1. Définition

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide de masse (m) est l'énergie que possède ce solide du fait de sa position élevée (altitude h) par rapport à un niveau de référence.

L'énergie potentielle de pesanteur se note E_p .

L'unité légale de l'énergie potentielle de pesanteur est le joule. (J).

2.2. Expression de l'énergie potentielle de pesanteur

$$E_p = mgh \text{ avec } \begin{cases} m : \text{masse du solide en kg} \\ h : \text{hauteur en m} \\ g : \text{intensité de la pesanteur en N/kg} \end{cases}$$

Remarque : A partir de cette relation, nous pouvons obtenir les relations suivantes:

$$E_p = m g h \Rightarrow \begin{cases} m = \frac{E_p}{gh} \\ h = \frac{E_p}{mg} \end{cases}$$

Activité d'application

1. Donne l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide.
2. Calcule la valeur de l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide de masse $m = 3 \text{ kg}$ suspendu à un fil et situé à une hauteur $h = 1,5 \text{ m}$ du sol. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.
3. Détermine la hauteur à laquelle le solide de masse $m = 3 \text{ kg}$ serait situé si son énergie potentielle était 300 J .

Corrigé

$$1. E_p = m \times g \times h$$

$$2. E_p = 3 \times 10 \times 1,5 = 45 \text{ J}$$

3. Si son énergie potentielle était 300 J , la hauteur h qui correspondrait serait :

$$\text{expression : } h = \frac{E_p}{m \times g}$$

$$\text{A.N : } h = \frac{300}{3 \times 10} = 10 \text{ m}$$

3. Energie mécanique d'un solide

L'énergie mécanique d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle de pesanteur. Elle se note E_m et s'exprime en Joule.

Son expression est :

$$E_m = E_C + E_P = \frac{1}{2} mv^2 + mgh$$

Activité d'application

Détermine l'énergie mécanique d'un solide dont l'énergie potentielle de pesanteur vaut 30 J et son énergie cinétique est 45 J.

Corrigé

$$E_m = E_C + E_P$$

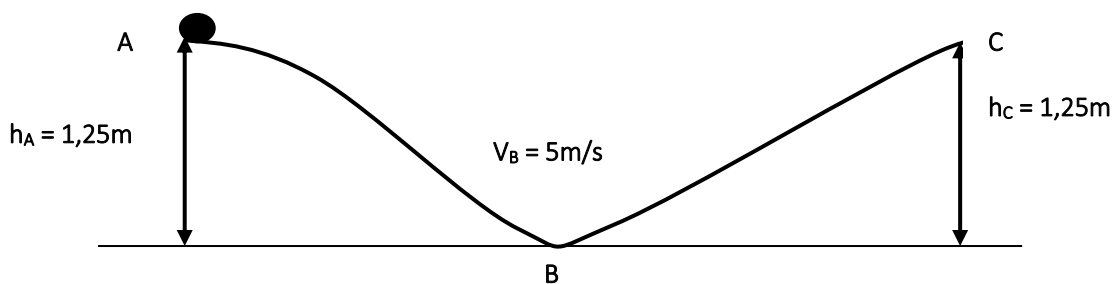
$$A.N : E_m = 45 + 30 = 75 \text{ J.}$$

4. Transformations mutuelles de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle de pesanteur

Exemple :

Une boule de masse $m = 4 \text{ kg}$ est lâchée sans vitesse initiale à partir d'un point A sur le trajet représenté ci-dessous. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$. La boule s'arrête en C avant de revenir en arrière.

On suppose qu'il n'y a pas de frottements sur le trajet ABC.



Complète le tableau ci-dessous.

| Position de la boule | Energie cinétique | Energie potentielle | Energie mécanique |
|----------------------|--|---|--|
| Au point A | $E_C(A) = \frac{1}{2}mV_A^2$ $E_C(A) = 0 \text{ J}$ | $E_P(A) = mgh_A$ $E_P(A) = 50 \text{ J}$ | $E_m(A) = E_C(A) + E_P(A)$ $E_m(A) = 50 \text{ J}$ $E_m(A) = E_P(A)$ |
| Entre A et B | La vitesse augmente, donc E_C augmente | La hauteur diminue, donc E_P diminue. | $E_m = E_C + E_P$ |
| Au point B | $E_C(B) = \frac{1}{2}mV_B^2$ $E_C(B) = 50 \text{ J}$ | $E_P(B) = mgh_B$ $E_P(B) = 0 \text{ J}$ | $E_m(B) = E_C(B) + E_P(B)$ $E_m(B) = 50 \text{ J}$ $E_m(B) = E_C(B)$ |
| Entre B et C | La vitesse diminue, donc E_C diminue | La hauteur augmente, donc E_P augmente. | $E_m = E_C + E_P$ |
| Au point C | $E_C(C) = \frac{1}{2}mV_C^2$ $E_C(C) = 0 \text{ J}$ | $E_P(C) = mgh_C$ $E_P(C) = 50 \text{ J}$ | $E_m(C) = E_C(C) + E_P(C)$ $E_m(C) = 50 \text{ J}$ $E_m(C) = E_P(C)$ |

L'énergie potentielle E_{pA} en A s'est transformée en énergie cinétique E_{cB} en B.

L'énergie cinétique E_{cB} en B s'est transformée en énergie potentielle E_{pC} en C.

L'énergie cinétique et l'énergie potentielle se transforment mutuellement.

Lorsqu' il n'y a pas de frottements, l'énergie mécanique se conserve :

$$E_m(A) = E_m(B) = E_m(C)$$

Remarque : En présence de frottements sur le trajet, une partie de l'énergie mécanique se perd sous forme de chaleur.

Situation d'évaluation

Tu voyages avec monsieur Konan dans sa voiture. Suite à une panne d'essence, la voiture s'immobilise sur une côte de hauteur $h = 5$ m. Il desserre son frein à main pour permettre à la voiture de descendre et atteindre une station d'essence se trouvant heureusement au pied de la côte.

L'ensemble véhicule-passagers a une masse de 4 tonnes. Les frottements sont considérés nuls sur le trajet.

Tu te proposes de déterminer la vitesse avec laquelle le véhicule atteint la station d'essence.

1. Nomme la forme d'énergie que possède la voiture :
 - 1.1. au sommet de la côte ;
 - 1.2. à son arrivée au pied de la côte.
2. Déduis-en la transformation d'énergie qui a lieu entre ces deux positions.
3. Détermine la valeur de l'énergie mécanique :
 - 3.1. au sommet de la côte.
 - 3.2. à son arrivée au pied de la côte.
4. Détermine la vitesse avec laquelle la voiture atteint la station d'essence.

Corrigé

1.
 - 1.1. Au sommet de la côte la voiture possède de l'énergie potentielle de pesanteur.
 - 1.2. Au pied de la côte la voiture possède de l'énergie cinétique.
2. L'énergie potentielle au sommet de la côte s'est transformée en énergie cinétique au pied de la côte.
3. Valeur de l'énergie mécanique :
 - 3.1. au sommet de la côte : $E_m = E_p = m \times g \times h$
A.N : $E_p = 4000 \times 10 \times 5 = 200\,000$ J
 - 3.2. au pied de la côte : les frottements étant considérés nuls, on a
 $E_m = E_c = E_p = 200\,000$ J
4. $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$ d'où :
$$v = \sqrt{\frac{2E_c}{m}}$$

A.N : $v = \sqrt{\frac{2 \times 200\,000}{4000}} = 10$ m/s

III. EXERCICES

Exercice 1

Un mobile de masse $m = 50 \text{ kg}$ se déplace à la vitesse de 2 m/s . On donne $g = 10 \text{ N/kg}$.

1. Définis l'énergie cinétique d'un corps.
2. Donne l'expression de l'énergie cinétique d'un corps.
3. Calcule l'énergie cinétique de ce mobile.

Corrigé

1. l'énergie cinétique d'un corps est l'énergie qu'il possède du fait de sa vitesse.
2. $E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$
3. $E_c = 0,5 \times 50 \times 2^2 = 100 \text{ J}$

Exercice 2

Un solide de masse $m = 3 \text{ kg}$ suspendu à un fil est situé à une hauteur $h = 1,5 \text{ m}$ du sol.

On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.

1. Définis l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps.
2. Donne l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps.
3. Calcule l'énergie potentielle de ce corps.

Corrigé

1. l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps est l'énergie qu'il possède du fait de sa position en altitude par rapport à une position de référence.
2. $E_p = m \times g \times h$
3. $E_p = 3 \times 10 \times 1,5 = 45 \text{ J}$

Exercice 3

Un pot de fleur de masse $m = 2800 \text{ g}$ tombe en passant par un point B situé à 4 m du sol à la vitesse

$V = 6 \text{ m/s}$. L'intensité de la pesanteur g vaut 10 N/kg .

1. L'énergie cinétique du pot au point B est :
 - 1.1. $E_C = 120,4 \text{ J}$;
 - 1.2. $E_C = 50,4 \text{ J}$;
 - 1.3. $E_C = 50\,400 \text{ J}$.
2. L'énergie potentielle de pesanteur du pot au point B est :
 - 2.1. $E_p = 170,4 \text{ J}$;
 - 2.2. $E_p = 50,4 \text{ J}$;
 - 2.3. $E_p = 112 \text{ J}$.
3. L'énergie mécanique du pot au point B est :
 - 3.1. $E_m = 162,1 \text{ J}$;

$$3.2. E_m = 112 \text{ J};$$

$$3.3. E_m = 50,4 \text{ J}.$$

Recopie dans chaque cas la bonne réponse.

Corrigé

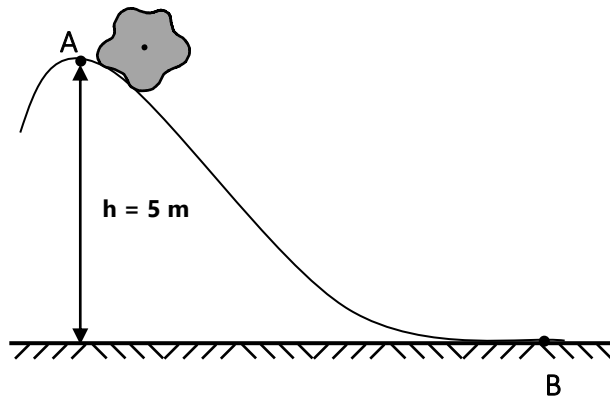
$$1.2. E_C = 50,4 \text{ J}$$

$$2.3. E_p = 112 \text{ J}$$

$$3.2. E_m = 162,1 \text{ J}$$

Exercice 4

Ta classe de 3^{ème} effectue une visite d'études sur les roches dans une carrière située sur l'autoroute du Nord en compagnie de vos professeurs de SVT et de Physique-Chimie. Sur les lieux, vous découvrez des ouvriers qui déplacent un gros morceau de roche de masse 125 kg en utilisant le dispositif schématisé ci-dessous. La roche glisse de A en B sans quitter la piste. *Donnée : $g = 10 \text{ N/kg}$. Les frottements sont négligeables.*



De retour en classe, votre professeur de Physique-Chimie vous demande de déterminer la vitesse de la roche lors de son passage en B.

Etant présent à cette sortie, tu es désigné pour rédiger le rapport.

1. Indique :
 - 1.1. La forme de l'énergie que possède la roche en A ;
 - 1.2. La forme de l'énergie que possède la roche à son passage en B.
2. Détermine la valeur de l'énergie E_{m_A} de la roche en A .
3. Déduis-en la valeur de l'énergie mécanique E_{m_B} de la roche en B.
4. Détermine la vitesse V_B de la roche lors de son passage en B.

Corrigé

1.
 - 1.1. Au point A, la roche possède de l'énergie potentielle de pesanteur.
 - 1.2. Au point B, la roche possède de l'énergie cinétique.
2. Valeur de l'énergie mécanique au point A.

$$E_{m_A} = mgh_A + E_{CA} \Rightarrow E_{m_A} = mgh_A \text{ car } E_{CA} = 0$$

$$A.N : E_{m_A} = 125 \times 10 \times 5 = 6\,250 \text{ J}.$$

3. L'énergie mécanique au point B vaut $E_{mB} = 6\,250\text{ J}$ car les frottements sont négligés, donc l'énergie mécanique se conserve. ($E_{mA} = E_{mB}$)

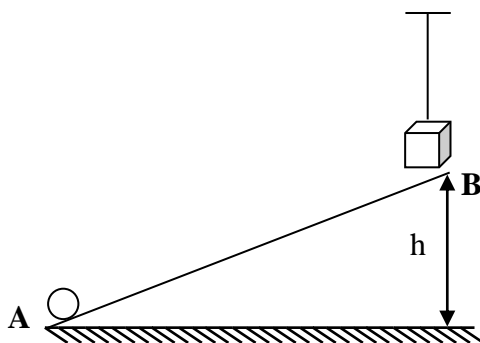
4. Vitesse de la roche en B.

$$\text{On a : } E_{mB} = E_{cB} = \frac{1}{2} \times m \times V^2 \text{ soit, } V^2 = \frac{2E_{mB}}{m} = \frac{6250 \times 2}{125} = 100$$

$$\text{Soit, } V = 10\text{ m/s}$$

Exercice 5

Ton école a organisé une fête où il y a eu plusieurs jeux concours. Le jeu qui a attiré ton attention consiste à faire monter régulièrement et sans frottement, sur un plan AB une balle de masse 420 g voir schéma ci-dessous. Pour remporter le prix il faut que la balle arrive à toucher le paquet situé en B à la hauteur $h = 3,4\text{ m}$.



Ton ami de classe décide de tenter sa chance. Il communique à la balle une vitesse $V_A = 8\text{ m/s}$. L'intensité de la pesanteur vaut 10 N/kg .

Tu es sollicité pour vérifier s'il peut gagner avec cette vitesse.

1. Indique comment varie l'énergie mécanique lorsque le mouvement s'effectue sans frottement.
2. Indique la forme de l'énergie mécanique :
 - 2.1 de la balle en A ;
 - 2.2 de la balle lorsqu'elle s'arrête en B.
3. Détermine :
 - 3.1 l'énergie mécanique de la balle en A ;
 - 3.2 la hauteur maximale atteinte par la balle lors de ce lancer.
4. Justifie que ton ami ne peut pas gagner le jeu .

Corrigé

1. Lorsqu'il n'y a pas de frottement, l'énergie mécanique ne varie pas.
2.
 - 2.1. En A, l'énergie mécanique est l'énergie cinétique ;
 - 2.2. En B, l'énergie mécanique est l'énergie potentielle de pesanteur.
3.
 - 3.1 $E_{mA} = E_c = \frac{1}{2} \times m \times V^2$
 - A.N : $E_{mA} = 0,5 \times 0,42 \times 8^2 = 13,44\text{ J}$
 - 3.2 hauteur maximale atteinte par la balle.

$$\text{On a } E_{mB} = m \times g \times h_{\max} \Rightarrow h_{\max} = \frac{E_{mB}}{mg}$$

$$h_{\max} = \frac{13,44}{0,42 \times 10} = 3,2 \text{ m.}$$

4. Le joueur ne gagne pas car $h_{\max} < h$ la balle ne peut pas atteindre le paquet.

IV. DOCUMENTS

La transformation de l'énergie cinétique lors d'un accident de la route

La conséquence directe d'un choc réside dans le fait qu'après l'impact, **la vitesse passe instantanément à 0**. Avant cela, toute l'énergie cinétique créée et stockée dans l'automobile en marche va contribuer à la déformer très rapidement. D'ailleurs, il n'est pas rare de constater des dégâts allant jusqu'à la rupture de certains matériaux qui constituent le véhicule, mais également sur ceux qui constituent l'obstacle, au moment de ce transfert d'énergie.

Carburant et énergie cinétique

À grande vitesse, les frottements aérodynamiques contre lesquels une automobile lutte sont bien plus importants. Aussi, les conducteurs qui envisagent de mieux gérer la production d'énergie cinétique de véhicule pour réaliser des économies de carburant devront tout simplement réduire leur vitesse. Par exemple, en réalisant un trajet sur l'autoroute à la vitesse de 120 km/heure plutôt qu'à celle de 130 km/heure entraîne une réduction de la consommation de carburant importante.