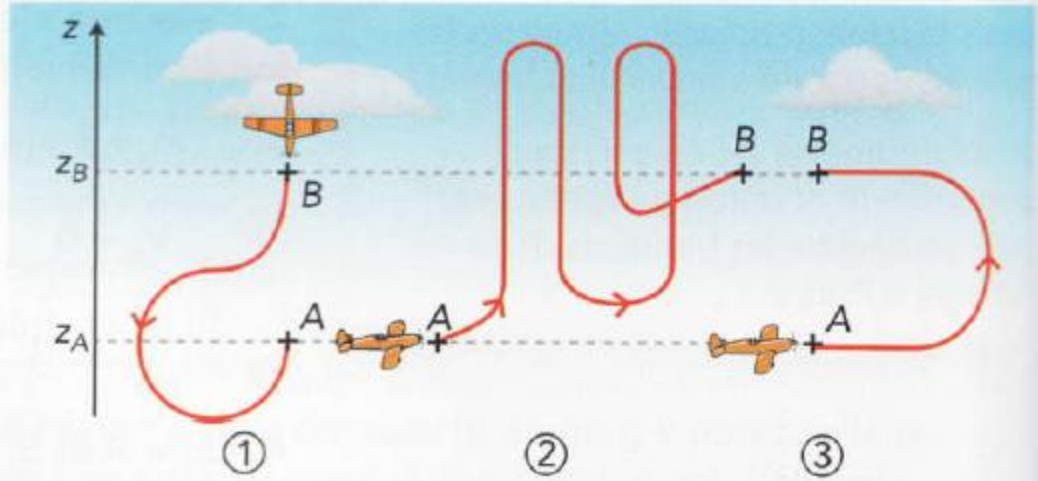
correction exercices nrj

Ex 8 page 198

8 Connaître l'expression du travail du poids

Lors d'un meeting aérien, un avion de voltige, de masse m, effectue différentes figures dans un plan vertical.



1. Attribuer à chaque figure l'expression du travail du poids de l'avion qui lui correspond parmi les propositions suivantes :

$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_B - z_A)$; $W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$;
$W_{BA}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_B - z_A)$.

1. Pour les figures ② et ③ :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_A - z_B)$$

Pour la figure ① :

$$W_{BA}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot (z_B - z_A)$$

2. a. Calculer dans chaque cas sa valeur.
b. Comparer ces valeurs. Justifier les éventuelles égalités.

Données :
$m = 600$ kg ; $g = 9,81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$; $z_B - z_A = 800$ m.

2. a. Pour les figures ② et ③ :

$$W_{AB}(\vec{P}) = -600 \times 9,81 \times 800 = -4,71 \times 10^6 \text{ J.}$$

Pour la figure ① :

$$W_{BA}(\vec{P}) = 600 \times 9,81 \times 800 = 4,71 \times 10^6 \text{ J.}$$

b. Le travail est le même pour les figures ② et ③. Le travail du poids dépend seulement de l'altitude des points de départ et d'arrivée. Or, dans les figures ② et ③, les points de départ ont la même altitude et les points d'arrivée ont également la même altitude, donc le travail garde la même valeur.

13 Utiliser les transferts d'énergie pour calculer une vitesse

Un jongleur lance verticalement vers le haut une balle de masse m = 480 g. La balle quitte sa main située en un point A à l'altitude z_A = 1,50 m au-dessus du sol et s'élève à une altitude z_B = 5,0 m.

On néglige les frottements de l'air et on assimile la balle à un point matériel.

1. Donner l'expression de l'énergie mécanique au moment où la balle quitte la main.

2. Donner l'expression de l'énergie mécanique lorsque la balle atteint le point le plus haut.

3. a. Montrer que la vitesse de la balle lorsqu'elle quitte la main du jongleur peut s'écrire :

$$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Identifier h.

Exercice 13 p 199

POINTS	A	B
EC	½ m $v_0{}^2$	0
Ep	0	m g z_B
Em	½ m $v_0{}^2$	m g z_B

3. a. L'énergie mécanique se conserve :

$$\mathscr{E}_m(A) = \mathscr{E}_m(B)$$

Comme h = z B .....

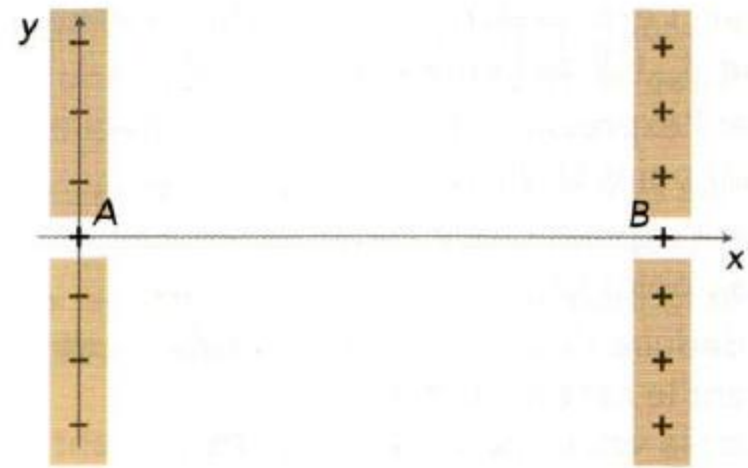
$$v_0 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Exercice 23 p 202

ERREUR SUR LE SIGNE DES PLAQUES

23 Accélération d'une particule α

COMPÉTENCES **Calculer ; raisonner.**



Une particule α (noyau d'hélium), produite par une source radioactive, est émise au voisinage d'un point *A*. La valeur de sa vitesse en *A* est négligeable devant celle qu'elle peut atteindre en *B*.
Entre les points *A* et *B* règne un champ électrostatique uniforme qui permet l'accélération de la particule. Le poids et les frottements sont négligeables lors de ce mouvement.

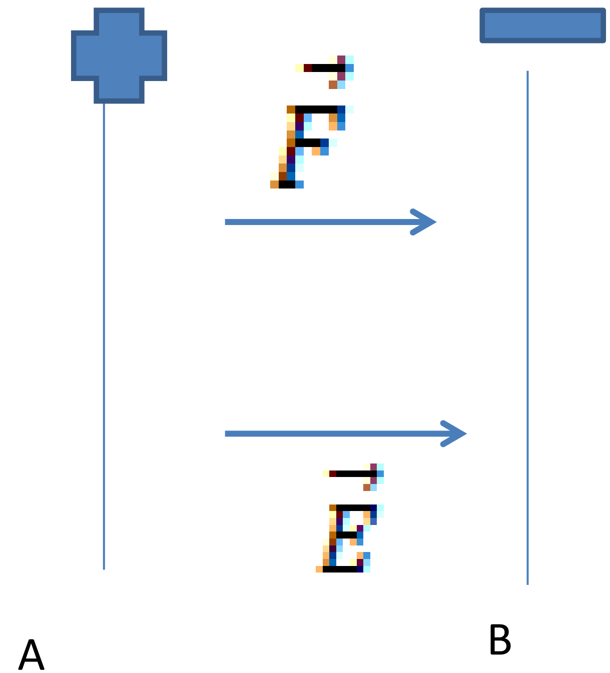
1. Le noyau d'hélium porte deux charges positives, soit : $q_\alpha = 2e$

1. Quelle est la charge q_α de la particule α ?

2. Établir l'expression du travail de la force électrostatique s'appliquant sur la particule α se déplaçant entre A et B. Exprimer ce travail en fonction q_α, V_A et V_B. (V_A et V_B sont les potentiels respectifs aux points A et B.)

3. En déduire l'expression de la variation d'énergie potentielle électrique entre A et B.

4. L'énergie mécanique se conserve-elle ? Justifier.



2. Le travail de la force électrostatique est donnée par : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB}$, avec $\vec{F} = q_\alpha \cdot \vec{E}$,

donc : $W_{AB}(\vec{F}) = q_\alpha \cdot \vec{E} \cdot \overrightarrow{AB}$.

$\alpha = 0$ °

Comme $\vec{E} \cdot \overrightarrow{AB} = E \cdot AB \cdot \cos\alpha = E \cdot AB$ et $E = \dfrac{U_{AB}}{AB}$:

$$\vec{E} \cdot \overrightarrow{AB} = \frac{U_{AB}}{AB} \cdot AB = U_{AB} = V_A - V_B$$

donc $W_{AB}(\vec{F}) = q_\alpha \cdot (V_A - V_B)$.

1. Quelle est la charge q_α de la particule α ?

2. Établir l'expression du travail de la force électrostatique s'appliquant sur la particule α se déplaçant entre A et B. Exprimer ce travail en fonction q_α, V_A et V_B. (V_A et V_B sont les potentiels respectifs aux points A et B.)

3. En déduire l'expression de la variation d'énergie potentielle électrique entre A et B.

4. L'énergie mécanique se conserve-elle ? Justifier.

3. La force électrostatique est une force conservative

$\Delta\mathscr{E}_{\text{pé}} = \mathscr{E}_{\text{pé}}(B) - \mathscr{E}_{\text{pé}}(A) = -W_{AB}(\vec{F})$,

d'où : $$\Delta\mathscr{E}_{\text{pé}} = q_\alpha \cdot (V_B - V_A)$$

4. On étudie le système {particule} dans le référentiel terrestre.

La seule force qui s'applique au système est la force électrostatique $\vec{F}$.

Cette force est conservative, donc l'énergie mécanique se conserve entre A et B.

5. CONVERSION ENERGIE MECANIQUE

5. a. À partir des réponses précédentes, exprimer la différence de potentiel $V_A - V_B$ en fonction de v_B, m_α et q_α.

b. Calculer cette valeur sachant que la vitesse en B a pour valeur $v_B = 1{,}00 \times 10^3\ \text{km} \cdot \text{s}^{-1}$.

Données : $e = 1{,}60 \times 10^{-19}$ C ; $m_\alpha = 6{,}70 \times 10^{-27}$ kg.

POINTS	A	B
EC	0	$\frac{1}{2} m v_B^{\ 2}$
Ep	$q_\alpha \cdot V_A$	$q_\alpha \cdot V_B$
Em	$0 + q_\alpha \cdot V_A$	$\frac{1}{2} m v_B^{\ 2} + q_\alpha \cdot V_B$

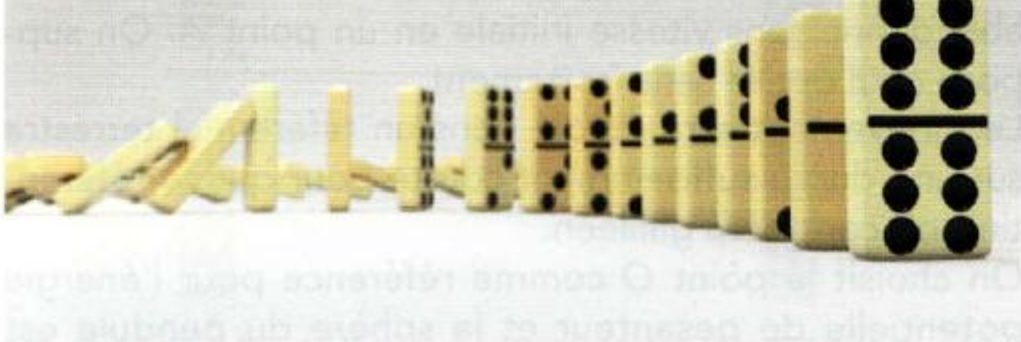
Par suite : $$q_\alpha \cdot (V_B - V_A) = -\frac{1}{2} \cdot m_\alpha \cdot v_B{}^2$$

$$V_A - V_B = \frac{m_\alpha \cdot v_B{}^2}{2 \cdot q_\alpha}$$

b. $$V_A - V_B = \frac{6{,}70 \times 10^{-27} \times (1{,}00 \times 10^6)^2}{2 \times 2 \times 1{,}60 \times 10^{-19}}$$

$$V_A - V_B = 1{,}05 \times 10^4 \text{ V}$$

EXERCICE 28 P 202

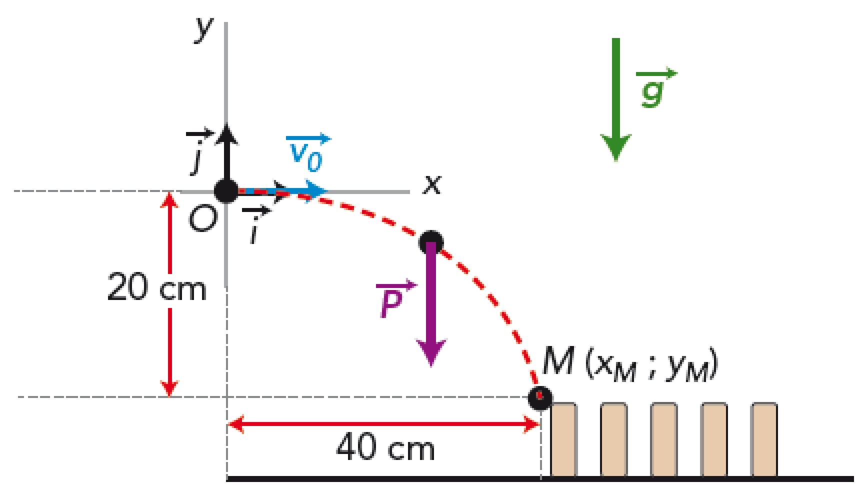


1. Équation de la trajectoire de la bille

On suppose dans cette partie que la bille arrive en O de coordonnées (0 ; 0) avec une vitesse $\vec{v_0} = v_0 \cdot \vec{i}$ de direction horizontale. L'instant où la bille arrive en ce point sera pris comme origine des temps ($t = 0$).

a. À quelle force extérieure la bille est-elle soumise entre les points O et M exclus ?

1. a. La bille est soumise uniquement à son poids, $\vec{P}$, entre les points O et M exclus.



b. En appliquant la seconde loi de Newton à la bille lorsqu'elle a quitté le point O, établir la relation entre l'accélération de la bille et le champ de pesanteur $\vec{g}$.
c. Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse de la bille.

b. Le système {bille} est étudié dans le référentiel terrestre supposé galiléen. La deuxième loi de Newton s'écrit :

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a},$$

d'où : $$\vec{P} = m \cdot \vec{a} \Leftrightarrow m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}.$$

Finalement : $$\vec{a} = \vec{g}.$$

c. En prenant une primitive, on obtient :

$$\vec{v}\begin{pmatrix} v_x = v_0 \\ v_y = -g \cdot t \end{pmatrix}$$

puisque à $t = 0$ $$\vec{v_0}\begin{pmatrix} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{pmatrix}$$

d. Montrer alors que l'équation de la trajectoire de la bille entre O et M est :

$$y(x) = -\frac{g \cdot x^2}{2\,v_0^2}$$

c. En prenant une primitive, on obtient :

$$\vec{v}\begin{pmatrix} v_x = v_0 \\ v_y = -g \cdot t \end{pmatrix}$$

puisque à $t = 0$ $\quad \vec{v_0}\begin{pmatrix} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{pmatrix}$

a $\quad \begin{cases} v_x = v_0 = \dfrac{dx}{dt} \\ v_y = -g \cdot t = \dfrac{dy}{dt} \end{cases}$

donc $\quad \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t + C_1 \\ y(t) = -\dfrac{1}{2} g \cdot t^2 + C_2 \end{cases}$

D'après les conditions initiales :

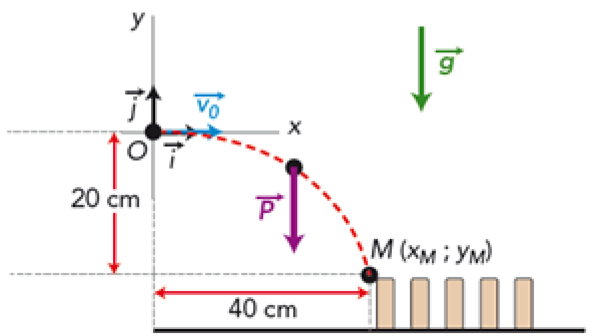
$$\begin{cases} x(0) = 0 = C_1 \\ y(0) = 0 = C_2 \end{cases}$$

Finalement : $\quad \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2} g \cdot t^2 \end{cases}$

Finalement :
$$\begin{cases} x(t) = v_0 \cdot t \\ y(t) = -\dfrac{1}{2} g \cdot t^2 \end{cases}$$

Pour obtenir l'équation de la trajectoire, on isole le temps « t » de la première équation que l'on reporte dans la seconde :

$$t = \frac{x}{v_0} \longrightarrow y(x) = -\frac{1}{2} g \cdot \left(\frac{x}{v_0}\right)^2$$



e. Calculer la valeur de la vitesse v_0 pour que la bille arrive en M, dont les coordonnées dans le repère $(O ; \vec{i}, \vec{j})$ sont :

$$x_M = 0{,}40 \text{ m} \qquad \text{et} \qquad y_M = -0{,}20 \text{ m.}$$

e. Au point M : $$y_M = -\frac{g \cdot x_M^2}{2 \cdot v_0^2}$$

soit : $$v_0^2 = -\frac{g \cdot x_M^2}{2 \cdot y_M}$$

En remarquant que $y_M < 0$ et en ne conservant que la valeur positive de v_0, il vient :

$$v_0 = \sqrt{-\frac{g \cdot x_M^2}{2 \cdot y_M}}$$

$$v_0 = \sqrt{-\frac{10 \times 0{,}40^2}{2 \times (-0{,}20)}} = \sqrt{\frac{10 \times 0{,}40^2}{0{,}40}} = \sqrt{4{,}0} = 2{,}0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

2. Utilisation d'un plan incliné pour que la bille arrive en O avec la vitesse de valeur v_0

Dans cette situation (illustrée par la **figure 2**), la bille est lâchée sans vitesse initiale d'un point A (de coordonnées x_A et y_A), situé en haut d'un plan incliné réglable très lisse sur lequel on néglige les frottements.

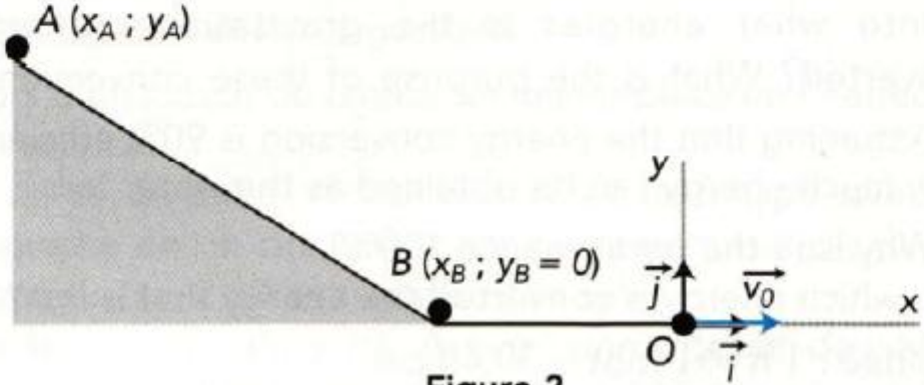


Figure 2

Ensuite, la bille roule entre les points B et O : sur cette portion, on considérera que la valeur de la vitesse de la bille reste constante : $v_B = v_0$.
Entre A et B, la bille est soumise à deux forces constantes : le poids $\vec{P}$ et la réaction du plan incliné $\vec{R}$. Ces forces sont représentées (sans considération d'échelle), en un point quelconque du trajet [AB], sur la **figure 3** ci-dessous.
L'origine des énergies potentielles de pesanteur est prise au point O d'altitude $y_O = 0$.

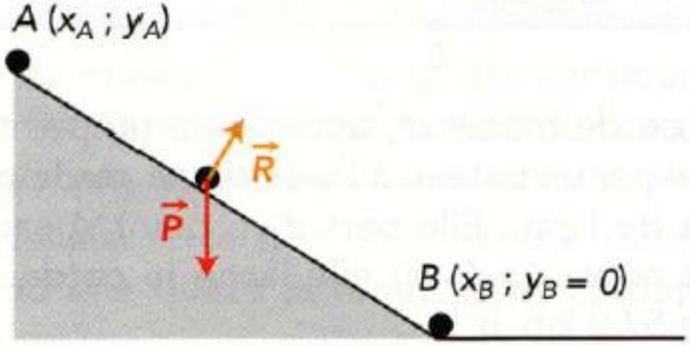


Figure 3

a. Quelle(s) force(s) travaillent au cours du mouvement de la bille entre A et B ? Justifier.

2. a. Seul le poids travaille, la réaction est perpendiculaire au déplacement , son travail est nul.

b. Entre A et B, l'énergie mécanique de la bille se conserve-t-elle ?
c. Établir l'expression de l'énergie mécanique $\mathscr{E}_m(A)$ de la bille en A en fonction de y_A.
d. Établir l'expression de l'énergie mécanique $\mathscr{E}_m(B)$ de la bille en B en fonction de v_B.
e. En déduire l'expression de y_A en fonction de v_0.
f. Calculer y_A pour que $\vec{v_0}$ ait une valeur de 2,0 $m \cdot s^{-1}$.

b.L'énergie mécanique de la bille se conserve entre *A et B car le poids est une force conservative et la réaction a un travail nul*

POINTS	A	B
EC	0	½ m $v_B{}^2$
Ep	m g y_A	0
Em	m g y_A	½ m $v_B{}^2$

e. $\mathscr{E}_m(A) = \mathscr{E}_m(B)$

soit : $m \cdot g \cdot y_A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_B{}^2$

Or, $v_0 = v_B$. Donc $y_A = \frac{v_0{}^2}{2 \cdot g}$

f. $y_A = \frac{2{,}0^2}{2 \times 10} = 0{,}20$ m