Ex suppl 2

a. $W_{AB}\left(\vec{F}\right) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$

$$\begin{aligned} \text{A.N.} \quad &= 2,0 \cdot 10^2 \times 350 \times \cos 10 \\ &= 6,9 \cdot 10^4 \quad \text{J} \end{aligned}$$

Le travail est positif, donc moteur.

b. $W_{AB}\left(\vec{f}\right) = \vec{f}.\overrightarrow{AB}$

$$\begin{aligned} \text{A.N.} \quad &= -1,7 \cdot 10^2 \times 350 \\ &= -6,0 \cdot 10^4 \quad \text{J} \end{aligned}$$

Le travail est négatif, donc résistant.

Ex suppl 3

Le travail du poids est $W_{AB}\left(\vec{P}\right) = m.g.(z_A - z_B)$.

- Montée : $W_{AB} = 6,5 \cdot 10^3 \times 9,81 \times (1038 - 2310) = -8,1 \cdot 10^7 J$
  La travail est résistant (< 0).
- Descente : $W_{AB} = 6,5 \cdot 10^3 \times 9,81 \times (2310 - 1038) = 8,1 \cdot 10^7 J$
  La travail est moteur (> 0).

Ex suppl 4

1. La balle est le système dont on étudie le mouvement. Lorsque la balle est lancée, elle n’est soumise qu’à l’action du poids (les forces dues à l’air sont considérées comme nulles). Le système est donc conservatif. D’après la loi de conservation de l’énergie, l’énergie mécanique de la balle en *A* est égale à l’énergie mécanique de la balle en *B*. On choisit l’origine de l’énergie potentielle de pesanteur à l’altitude du point *A*.

$E_{mA} = E_{mB} \Leftrightarrow E_{pA} + E_{cA} = E_{pB} + E_{cb}$

En B, la vitesse est nulle, donc $E_{cB} = 0$

$$\begin{aligned} E_{pA} + E_{cA} &= E_{pB} \\ \Leftrightarrow \quad m.g.z_A + \tfrac{1}{2}.m.v_0^2 &= m.g.z_B \\ \Leftrightarrow \quad \tfrac{1}{2}.m.v_0^2 &= m.g(z_B - z_A) \\ \Leftrightarrow \quad \tfrac{v_0^2}{2.g} &= z_B - z_A \end{aligned}$$

donc : $\text{A.N.} \quad \Delta z = z_B - z_A = \frac{6^2}{2 \times 9,8} = 1,8 \quad \text{m}$

La balle peut monter à 1,8 m de hauteur.

2. On observe que $h_{\text{réel}} < h_{\text{théorique}}$ Cela est dû au fait que les forces exercées par l’air ne sont pas négligeables.

Ex 4 p. 268

Il faut convertir la vitesse en m·s⁻¹ :

$v = \frac{0,25}{3,6} = 6,94 \cdot 10^{-2}\,\text{m·s}^{-1}$

L’énergie cinétique de la tortue est donc :

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

$$\begin{aligned} \text{A.N.} \quad &= \tfrac{1}{2} \times 1,50 \times \left(6,94 \times 10^{-2}\right)^2 \\ &= 3,6 \times 10^{-3}\ \text{J} \end{aligned}$$

Ex 5 p. 268

$m = 70\,\text{kg}$

$$\begin{aligned} E_c &= \tfrac{1}{2} \times m \times v^2 \\ \Leftrightarrow v^2 &= \tfrac{2 \times E_c}{m} \\ \Leftrightarrow v &= \sqrt{\tfrac{2 \times E_c}{m}} \\ \text{A.N.} \quad &= \sqrt{\tfrac{2 \times 3,2 \cdot 10^3}{70}} \\ &= 9,6\,\text{m·s}^{-1} \end{aligned}$$

Ex 6 p. 268

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

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

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

Ex 7 p. 268

a. $W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) < 0$
b. $W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) = 0$
c. $W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) > 0$
d. $W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) < 0$
e. $W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) > 0$

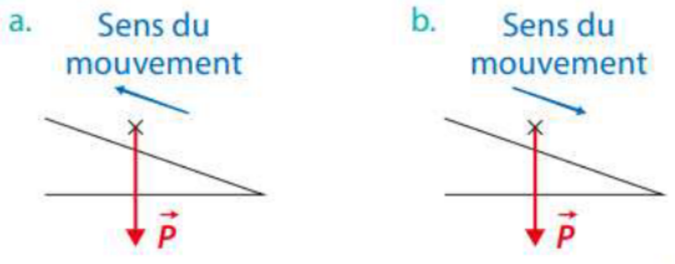
Ex 8 p. 268

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

$$\begin{aligned} \Delta E_{c\,A\to B} &= W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) \\ &= \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} \\ &= F \times AB \times \cos(25°) \\ \text{A.N.} \quad &= 10\,\text{N} \times 5,0\,\text{m} \times \cos(25°) \\ &= 45\,\text{J} \end{aligned}$$

Ex 10 p. 269

1. Seul le sens du mouvement change entre les deux schémas.

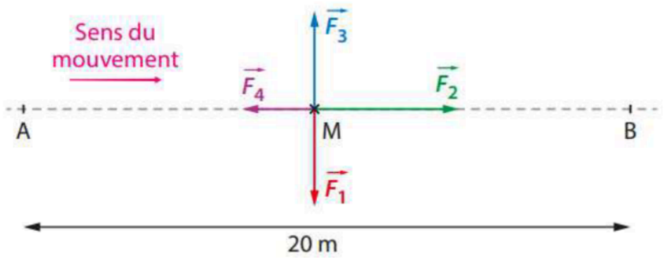


2.

- Situation a : l'angle entre le poids et le vecteur déplacement est compris entre 90° et 180° : le travail du poids est négatif.
- Situation b : l'angle entre le poids et le vecteur déplacement est compris entre 0° et 90° : le travail du poids est positif.

Ex 11 p. 269

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
$F_2 = 300\,\mathrm{N}$	1,4 cm
F_4	0,7 cm

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

On peut alors calculer le travail de cette force :

$$\begin{aligned} W_{A\to B}(F) &= F_4 \cdot AB \\ &= F_4 \times AB \times \cos(180°) \\ \text{A.N.} \quad &= 150\,\mathrm{N} \times 20\,\mathrm{m} \times (-1) \\ &= -3,0 \times 10^3\,\mathrm{J} \end{aligned}$$

Ex 12 p. 269

L'énergie potentielle de pesanteur vaut 45 J.

$$E_p = m \times g \times z$$

donc $z = \frac{E_p}{m \times g}$

A.N. $z = \frac{45\,\mathrm{J}}{3{,}0\,\mathrm{kg}\ \times 10\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{kg}^{-1}}$

$z = 1,5\,\mathrm{m}$

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

Ex 13 p. 269

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.

$$\begin{aligned} \Delta E_{pA\to B} &= -W_A \to B(P) \\ &= -m \times g \times (z_A - z_B) \\ \text{A.N.} \quad &= -3,0\,\mathrm{kg} \times 10\,\mathrm{N}\cdot\mathrm{kg}^{-1} \times 10\,\mathrm{m} \\ \text{Dans ce cas :} \quad &= -3,0 \times 10^2\,\mathrm{J} \end{aligned}$$

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

Ex 15 p. 269

L'altitude initiale est $z_i = h$.

Pour la position initiale :

$$\begin{aligned} E_{m,i} &= E_{c,i} + E_{p,i} \\ &= \tfrac{1}{2} m \times v_i^2 + m \times g \times h \end{aligned}$$

Comme la vitesse initiale est nulle, on en déduit :

$E_{m,i} = m \times g \times h$

Juste avant de toucher le sol, l'énergie mécanique du système est :

$$E_{m,sol} = E_{c,sol} + E_{p,sol} = \tfrac{1}{2} m \times v_{sol}^2 + m \times g \times z_{sol}$$

Comme l'altitude z_{sol} est nulle au niveau du sol, on en déduit :

$$E_{m,sol} = \tfrac{1}{2} m \times v_{sol}^2$$

La pierre n'est soumise qu'à des forces conservatives puisqu'on néglige l'action de l'air. Son énergie mécanique se conserve, donc :

$$E_{m,i} = E_{m,sol}$$

d'où :

$$m \times g \times h = \tfrac{1}{2} m \times v_{sol}^2$$

et finalement :

$$v_{sol} = \sqrt{2\,g \times h}$$

Ex 17 p. 269

1. Lors du rebond, E_p est minimale et E_c maximale. Le 2_e rebond se produit entre 1,25 et 1,5 s.

2. $W_{t_i \to t_f} = \Delta_{t_1 \to t_2} E_m$ or $\Delta_{t_1 \to t_2} E_m = 5,8 - 4,4 = 1,4 \quad \mathrm{J}$

La déformation lors du rebond dissipe 1,4 J en énergie thermique.

Ex 18 p. 270

1. La force $\vec{F}$ modélise l'action de la perche sur le wakeboarder.

2. a. Le travail d'une force $\vec{F}$ entre A et B est défini par :

$$W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) = \vec{F}\cdot\overrightarrow{AB}$$
$$= F \times AB \times \cos\left(\widehat{\vec{F},\overrightarrow{AB}}\right)$$

b.Le travail de cette force vaut :

$$\text{A.N.}\quad W_{A\to B}\left(\vec{F}\right) = 115\,\text{N} \times 150\,\text{m} \times \cos(40°)$$
$$= 1,3 \times 10^4\ \text{J}$$

Ex 19 p. 270

1. La force $\vec{F_1}$ correspond au poids du véhicule.

La force $\vec{F_2}$ correspond à l'action perpendiculaire du support.

La force $\vec{F_3}$ correspond à la « force de freinage ».

2. Pour le poids du véhicule : $\widehat{\vec{F_1},\overrightarrow{AB}} = 90°$.
Le travail a donc pour expression :

$$W_{A\to B}\left(\vec{F_1}\right) = \vec{F_1}\cdot\overrightarrow{AB}$$
$$= F_1 \times AB \times \cos\left(\widehat{\vec{F_1},\overrightarrow{AB}}\right)$$
$$= 0\ \text{J}$$

Pour l'action normale du support : $\widehat{\vec{F_2},\overrightarrow{AB}} = 90°$.
Le travail a donc pour expression :

$$W_{A\to B}\left(\vec{F_2}\right) = \vec{F_2}\cdot\overrightarrow{AB}$$
$$= F_2 \times AB \times \cos\left(\widehat{\vec{F_2},\overrightarrow{AB}}\right)$$
$$= 0\ \text{J}$$

Pour la « force de freinage » : $\widehat{\vec{F_3},\overrightarrow{AB}} = 180°$.
Le travail a donc pour expression :

$$W_{A\to B}\left(\vec{F_3}\right) = \vec{F_3}\cdot\overrightarrow{AB}$$
$$= F_3 \times AB \times \cos\left(\widehat{\vec{F_3},\overrightarrow{AB}}\right)$$
$$= -F_3 \times AB$$

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

$$\Delta E_{c_{A\to B}} = \tfrac{1}{2}mv_B^2 - \tfrac{1}{2}mv_A^2$$
$$= W_{A\to B}\left(\vec{F_3}\right)$$

Ici $v_B = 0$ m.s^{-1}, donc :

$$\Delta E_{c_{A\to B}} = -\tfrac{1}{2}mv_A^2$$
$$= -F_3\cdot AB$$

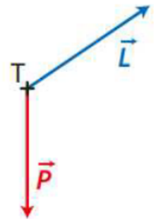
Ainsi,

$$F_3 = \frac{m\cdot v_A^2}{2\cdot AB}$$

$$\text{A.N.}\quad F_3 = \frac{1000\,\text{kg} \times \left(\frac{80}{3,6}\,\text{m}\cdot\text{s}^{-1}\right)^2}{2\times 50\,\text{m}}$$
$$= 4,9 \times 10^3\ \text{N}$$

Ex 20 p. 270

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 :

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

3. a. D'après le théorème de l'énergie cinétique, la variat d'énergie cinétique du système est égale à la somme des travaux de toutes les forces extérieures appliquées au système : $\Delta E_{c,A\to B} = \sum W_{A\to B}\left(\vec{F_i}\right)$

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

$$\Delta E_{c_{A\to B}} = W_{A\to B}\left(\vec{P}\right)$$
$$\tfrac{1}{2}mv_B^2 - \tfrac{1}{2}mv_A^2 = m \times g \times (z_A - z_B)$$
$$\text{or}\quad v_A = 0\ ,\ \text{donc,}\quad \tfrac{1}{2}v_B^2 = g \times (z_A - z_B)$$
$$\Leftrightarrow v_B = \sqrt{2.g(z_A - z_B)}$$
$$\text{A.N.}\quad = \sqrt{2 \times 9,81 \times (15 - 11)}$$
$$= 8,9\ \text{m.s}^{-1}$$

Ex 22 p. 271

En négligeant les forces de frottements, on peut considérer que seul le poids s'exerce sur la pomme. Le poids étant une force conservative, $\Delta E_m = 0$.

La vitesse initiale de la pomme étant nulle $v_i = 0 \rightsquigarrow E_{c,i} = 0$. On peut prendre comme référence de l'énergie potentielle $E_{pp,f} = 0$, ce qui nous donne :

$$\Delta E_m = 0$$
$$\Leftrightarrow E_{c,i} + E_{pp,i} = E_{c,f} + E_{pp,f}$$
$$\Leftrightarrow E_{pp,i} = E_{c,f}$$
$$\Leftrightarrow \tfrac{1}{2} \times m \times v_f^2 = m.g.\Delta z$$
$$\Leftrightarrow v_f^2 = \tfrac{g.\Delta z}{2}$$
$$\rightsquigarrow v_f = \sqrt{\tfrac{g.\Delta z}{2}}$$
$$\text{A.N.}\quad = \sqrt{\tfrac{9,81\times 2}{2}}$$
$$= 6,26\ \text{m.s}^{-1}$$

Ex 23 p. 271

1. Au cours du mouvement, l'énergie mécanique du wagon se conserve car on suppose les frottements et l'action de l'air comme négligeables. Il y a donc conversion de l'énergie potentielle de pesanteur en énergie cinétique. L'énergie cinétique et donc la valeur de la vitesse est la plus grande à l'endroit où l'énergie potentielle de pesanteur est la plus faible. Cela se produit dans la position B du wagon, c'est-à-dire la position de plus basse altitude.

2. En A, l'expression de l'énergie mécanique est :

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

Comme $v_A = 0\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$:
$E_{mA} = m \times g \times z_A$

3. En B, l'expression de l'énergie mécanique est :

$$E_{mB} = \frac{1}{2}m \times v_B^2 + m \times g \times z_B$$

4.
$$\begin{aligned} E_{mB} &= \frac{1}{2}m \times v_B^2 + m \times g \times z_B \\ \Leftrightarrow \frac{E_{mB}}{m} &= \frac{v_B^2}{2} + g \times z_B \\ \Leftrightarrow \frac{E_{mB}}{m} - g \times z_B &= \frac{v_B^2}{2} \\ \Leftrightarrow 2\left(\frac{E_{mB}}{m} - g \times z_B\right) &= v_B^2 \\ \Leftrightarrow v_B &= \sqrt{2\left(\frac{E_{mB}}{m} - g \times z_B\right)} \end{aligned}$$

5. La différence d'altitude entre A et B est $12,0\,\mathrm{m} + 4,0\,\mathrm{m} = 16,0\,\mathrm{m}$.

On peut alors calculer la valeur de la vitesse en B :

$$v_B = \sqrt{2 \times 9,81\,\mathrm{N \cdot kg^{-1}} \times 16,0\,\mathrm{m}}$$

$v_B = 17,7\,\mathrm{m \cdot s^{-1}}$ soit $63,8\,\mathrm{km \cdot h^{-1}}$

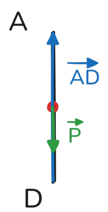
La limite de $60\,\mathrm{km \cdot h^{-1}}$ est dépassée dans la position B. Le wagon ne respecte pas la limitation imposée par la commission de sécurité.

Remarque : il est cependant probable que les frottements de l'air et les frottements du rail ne sont pas négligeables, dans ce cas la valeur de la vitesse en B sera inférieure à celle que l'on vient de calculer.

Ex 24 p. 271

1. a. Si l'on néglige les frottements, la flèche n'est plus soumise qu'à son propre poids.

b.



2.
$$\begin{aligned} W_{A\to D}\left(\vec{P}\right) &= \vec{P}.\overrightarrow{DA} \\ &= P \times AB \quad \text{car } \vec{P} \parallel \overrightarrow{AB} \end{aligned}$$

3. a. Pour atteindre l'oiseau, $v_A > 0$

b. Il n'y a que des forces conservatives donc $\Delta E_\mathrm{m} = 0$. En choisissant la référence de E_pp de manière à ce que $E_\mathrm{pp,A} = 0$ et en remarquant que $v_\mathrm{D} = 0$, on obtient :

$$\begin{aligned} E_{c,D} &= E_{pp,A} \\ \frac{1}{2} \times m \times v_D^2 &= m \times g \times h \\ v_D^2 &= 2.g.h \\ \rightsquigarrow v_D &= \sqrt{2.g.h} \\ \text{A.N.} \quad v_D &= \sqrt{2 \times 9,81 \times (30 - 2)} \\ v_D &= 23,44\ \mathrm{m.s^{-1}} \end{aligned}$$

Ex 25 p. 271

1. a. $\overline{v} = 6,258\ \mathrm{m.s^{-1}}$

b.
$$\begin{aligned} \overline{E_c} &= \frac{1}{2} \times m \times \overline{v}^2 \\ \text{A.N.} \quad \overline{E_c} &= \frac{1}{2} \times 300,0 \times 6,258^2 \\ \overline{E_c} &= 5874\ \ \mathrm{J} \end{aligned}$$

2.
$$\begin{aligned} u(v) &= \frac{\sigma(v)}{\sqrt{N}} \\ \text{A.N.} \quad u(v) &= \frac{14,70 \cdot 10^{-3}}{10} \\ u(v) &= 1,470 \cdot 10^{-3}\ \ \mathrm{m.s^{-1}} \end{aligned}$$

3.
$$\begin{aligned} u(E_c) &= 2 \times \overline{E_c} \times \frac{u(v)}{\overline{v}} \\ \text{A.N.} \quad u(E_c) &= 2 \times 5874 \times \frac{1,470 \cdot 10^{-3}}{6,258} \\ u(E_c) &= 2,760\ \ \mathrm{J} \end{aligned}$$

$$E_c = \overline{E_c} \pm u(c)$$

donc : $E_c = 5874 \pm 3\ \ \mathrm{J}$

donc : 5871 J ≤ E_c ≤ 5877 J

Ex 28 p. 272

On suppose que leur vitesse initiale v_i soit nulle, et on fixe la référence d'énergie potentielle tel que $E_\mathrm{pp,f}$ soit nulle.

Pendant le saut, la seule force extérieure s'appliquant au plongeur est son poids qui est une force conservative. L'énergie mécanique est donc conservée.

$$\begin{aligned}
\Delta E_m &= 0 \\
\text{donc,}\quad E_{pp,i} &= E_{c,f} \\
m \times g \times h &= \tfrac{1}{2} \times m \times v_f^2 \\
\Leftrightarrow v_f^2 &= 2 \times g \times h \\
\rightsquigarrow v_f &= \sqrt{2 \times g \times h} \\
\text{A.N.}\quad v_f &= \sqrt{2 \times 9,81 \times 35} \\
v_f &= 26\ \text{m·s}^{-1} \\
v_f &= 26 \times 3,6\ \text{km·h}^{-1} \\
v_f &= 94\ \text{km·h}^{-1}
\end{aligned}$$