

Exercices 1 Énergie mécanique

Les bases : énergie cinétique, travail d'une force, énergie potentielle, énergie mécanique

5 exercices · niveau ●○○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Calculer une énergie cinétique (conversion des km/h en m/s) ; calculer le travail d'une force constante et dire s'il est moteur, résistant ou nul ; calculer le travail du poids.
- Appliquer le théorème de l'énergie cinétique ; calculer une énergie potentielle de pesanteur et une énergie mécanique ; exploiter la conservation ou la non-conservation de l'énergie mécanique.

■ RAPPEL — L'essentiel du chapitre

- **Énergie cinétique** d'un système de masse m (kg) animé d'une vitesse de valeur v ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) : $E_c = \frac{1}{2} m v^2$ (J). Conversion : $1 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1} = \frac{1}{3,6} \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- **Travail d'une force constante** $\vec{F}$ lors d'un déplacement rectiligne de A à B : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F \times AB \times \cos \alpha$, où α est l'angle entre $\vec{F}$ et $\vec{AB}$. Il est **moteur** si $W > 0$ ($\alpha < 90^\circ$), **résistant** si $W < 0$ ($\alpha > 90^\circ$), **nul** si $\vec{F} \perp \vec{AB}$.
- **Travail du poids** (axe (Oz) vertical vers le haut) : $W_{AB}(\vec{P}) = m g (z_A - z_B)$; il ne dépend pas du chemin suivi : le poids est une force **conservative**.
- **Théorème de l'énergie cinétique** : $\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F})$ (somme des travaux de toutes les forces).
- **Énergie potentielle de pesanteur** : $E_{pp} = m g z$, avec $E_{pp} = 0$ à l'altitude choisie comme origine ($z = 0$) ; $W_{AB}(\vec{P}) = -\Delta E_{pp}$. **Énergie mécanique** : $E_m = E_c + E_{pp}$.
- $\Delta E_m = W_{AB}(\text{forces non conservatives})$ (frottements, force motrice...). Si ces forces ne travaillent pas, E_m **se conserve**.

Exercice 1 Des énergies cinétiques très différentes

●○○

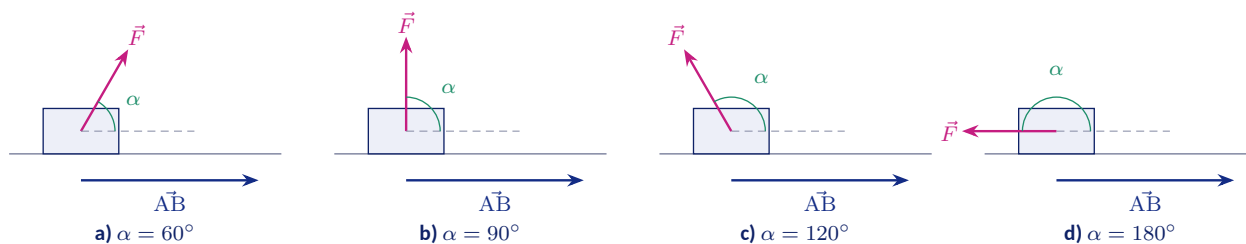
On considère un piéton (70 kg) marchant à $5,4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, une cycliste avec son vélo (90 kg) roulant à $36 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, une voiture (1,3 t) roulant à $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ et une balle de tennis (58 g) servie à $180 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

- 1.1 Convertir chaque vitesse en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, puis calculer chaque énergie cinétique. Classer les quatre systèmes par énergie cinétique croissante.
- 1.2 La voiture ralentit de $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ à $45 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$. Par combien son énergie cinétique est-elle divisée ?
- 1.3 À quelle vitesse, en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$, la voiture aurait-elle la même énergie cinétique que la cycliste ?

Exercice 2 Moteur, résistant ou nul ?

●○○

Dans chaque situation de la figure 1, un solide se déplace en ligne droite de A à B ($AB = 4,0 \text{ m}$) ; l'une des forces qu'il subit, $\vec{F}$, est constante, de valeur $F = 50 \text{ N}$, et fait l'angle α indiqué avec le déplacement.

Figure 1 — Force $\vec{F}$ et déplacement $\vec{AB}$

- 2.1 Pour chaque situation, dire sans calcul si le travail de $\vec{F}$ est moteur, résistant ou nul.
- 2.2 Calculer $W_{AB}(\vec{F})$ dans chaque cas.
- 2.3 Pour quelle valeur de α le travail de $\vec{F}$ est-il maximal ? Que vaut-il alors ?

Exercice 3 Deux sentiers pour un même col



Une randonneuse de masse $m = 60 \text{ kg}$ (sac compris) part du refuge A pour rejoindre le col B, puis redescend vers le lac C (figure 2). Pour monter, elle peut suivre le sentier direct (2,1 km) ou le sentier en lacets (4,8 km).

■ **DONNÉES** $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ • axe (Oz) vertical ascendant

- 3.1 Calculer le travail du poids de la randonneuse entre A et B par le sentier direct. Est-il moteur ou résistant ?
- 3.2 Que vaut ce travail par le sentier en lacets ? Justifier.
- 3.3 Calculer le travail du poids entre B et C, puis entre A et C.

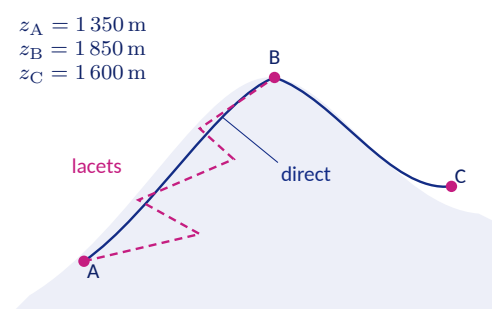


Figure 2 — Les sentiers (échelle non respectée)

Exercice 4 Le lancer vertical d'une balle de jonglage



Une balle de jonglage de masse $m = 120 \text{ g}$ est lancée verticalement vers le haut, à la vitesse $v_0 = 7,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, depuis un point situé à $z_0 = 1,5 \text{ m}$ du sol. Les frottements de l'air sont négligés. L'origine des altitudes est prise au sol.

■ **DONNÉES** $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

- 4.1 Pourquoi l'énergie mécanique de la balle se conserve-t-elle ?
- 4.2 Calculer E_c , E_{pp} et E_m au lancer, puis au sommet de la trajectoire et à l'arrivée au sol (la balle n'est pas rattrapée). Présenter les résultats dans un tableau.
- 4.3 En déduire l'altitude maximale atteinte par la balle et sa vitesse lorsqu'elle touche le sol.
- 4.4 On choisit maintenant l'origine des altitudes au point de lancer. Calculer les nouvelles valeurs de E_{pp} et de E_m au lancer et au sol. Les résultats de la question 4.3 sont-ils modifiés ? Justifier.

Exercice 5 Le toboggan aquatique



Un enfant de masse $m = 45 \text{ kg}$ s'élance sans vitesse initiale du haut D d'un toboggan aquatique et arrive en A, au ras de l'eau, 6,0 m plus bas (figure 3). La longueur de la glissière est $L = 30 \text{ m}$. À l'arrivée, on mesure une vitesse de $9,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

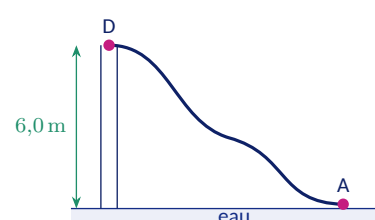


Figure 3 — Le toboggan (échelle non respectée)

- 5.1 Quelle vitesse l'enfant atteindrait-il en A en l'absence de tout frottement ?
- 5.2 Calculer la variation d'énergie mécanique de l'enfant entre D et A. Que devient l'énergie « perdue » ?
- 5.3 En supposant la force de frottement constante et toujours opposée au mouvement, calculer sa valeur.

■ **DONNÉES** $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$