Énergie mécanique : cinétique, potentielle et conservation

Fiche méthode

(Physique-chimie 1re spécialité · L'énergie : conversions et transferts · Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques)

La démarche d'un bilan énergétique

1. Je définis le système et le référentiel (terrestre, supposé galiléen), et je fais le bilan des forces.

2. Je choisis la référence des altitudes sur un axe vertical vers le haut et j'écris z et v en chaque point utile, en unités SI.

3. Je choisis l'outil : seul le poids travaille → $E_m(A) = E_m(B)$; sinon → $\Delta E_c = \sum W$ ou $\Delta E_m = \sum W(\vec{F}_{\text{nc}})$.

4. Je calcule : je simplifie par m si je cherche une vitesse ou une hauteur, et je garde la même référence jusqu'au bout.

5. Je conclus avec l'unité, et je contrôle les signes : E_m ne peut augmenter que si une force motrice travaille.

Le réflexe — la phrase « on néglige les frottements » est ce qui autorise $E_m(A) = E_m(B)$.

Cas 1 · Calculer une énergie cinétique

Réflexe — kg et m·s⁻¹ ; $E_c = \dfrac{1}{2}\,m\,v^2$; $v = \sqrt{\dfrac{2\,E_c}{m}}$.

Exemple. Un cerf de 120 kg court à 54 km·h⁻¹. Son énergie cinétique ?

$v = \frac{54}{3{,}6} = 15$ m·s⁻¹ ; $E_c = \frac{1}{2} \times 120 \times 15^2 = 13\,500$ J, soit **13,5 kJ** dans le référentiel terrestre.

Attention — vitesse doublée : énergie cinétique multipliée par 4.

Cas 2 · Appliquer le théorème de l'énergie cinétique

Réflexe — bilan des forces, travail de chacune, $\Delta E_c = \sum W$.

Exemple. Une voiture de 1 200 kg passe de l'arrêt à 20 m·s⁻¹ sur 160 m de route horizontale ; frottements négligés. Force motrice supposée constante ?

Poids et réaction ne travaillent pas : $F \times 160 = \frac{1}{2} \times 1\,200 \times 20^2 = 240\,000$ J, d'où $F =$ **1 500 N**.

Attention — toutes les forces extérieures, et un référentiel galiléen.

Cas 3 · Calculer une énergie potentielle de pesanteur

Réflexe — axe vers le haut ; $\Delta E_{pp} = m\,g\,(z_B - z_A) = -W(\vec{P})$.

Exemple. Un sac de ciment de 35 kg est monté de 8,4 m. Variation de son énergie potentielle ?

$\Delta E_{pp} = 35 \times 9{,}81 \times 8{,}4 \approx$ **2,88 kJ**, quel que soit le chemin ; le travail du poids vaut $-2{,}88$ kJ.

Attention — les valeurs dépendent de la référence, pas les variations.

Cas 4 · Utiliser la conservation de l'énergie mécanique

Réflexe — seul le poids travaille ; $v_B^2 = v_A^2 + 2\,g\,(z_A - z_B)$.

Exemple. Un caillou tombe sans vitesse d'un pont, 18 m au-dessus de l'eau ; frottements négligés. Vitesse à l'arrivée ?

$v = \sqrt{2 \times 9{,}81 \times 18} \approx$ **18,8 m·s⁻¹**, la même pour un caillou plus lourd.

Attention — v varie comme $\sqrt{h}$, pas comme h.

Cas 5 · Calculer une énergie dissipée

Réflexe — $\Delta E_m = E_m(B) - E_m(A)$; $f = \dfrac{|\Delta E_m|}{\ell}$.

Exemple. Un chariot de 20 kg part du repos en haut d'une pente de 2,0 m de dénivelé et arrive en bas à 5,0 m·s⁻¹. Énergie dissipée ?

$E_m(A) = 20 \times 9{,}81 \times 2{,}0 = 392{,}4$ J ; $E_m(B) = \frac{1}{2} \times 20 \times 5{,}0^2 = 250$ J ; **142 J** dissipés, sous forme thermique.

Attention — ℓ = longueur parcourue, pas la dénivellation.

Cas 6 · Exploiter un pointage vidéo

Réflexe — $v_i \approx \dfrac{M_{i-1}M_{i+1}}{2\,\tau}$, puis E_c, E_{pp}, E_m.

Exemple. Chute verticale : $z_{i-1} = 0{,}812$ m, $z_{i+1} = 0{,}700$ m, $\tau = 40$ ms. Vitesse au point i ?

$v_i \approx \frac{0{,}812 - 0{,}700}{2 \times 0{,}040} = \mathbf{1{,}4\ m \cdot s^{-1}}$.

Attention — pas de vitesse au premier ni au dernier point.

Les pièges

- Oublier le carré de la vitesse, ou garder des km·h⁻¹ et des grammes.
- Écrire $E_m(A) = E_m(B)$ alors que des frottements travaillent.
- Utiliser la longueur de la pente dans $m\,g\,h$, ou la dénivellation dans $f \times \ell$.
- Changer de référence des altitudes en cours d'exercice.
- Croire que l'énergie dissipée est détruite : elle est transférée sous forme thermique.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).