L'ENERGIE MECANIQUE

1. L'énergie cinétique (E_c)

a. Mouvement de translation

Écrire et exploiter les relations de définition de l'énergie cinétique d'un solide en translation.

- Définition : Tout corps en mouvement de translation possède une énergie dite cinétique qui dépend de la masse du corps et de sa vitesse.

- Expression : $E_c = \frac{1}{2} mv^2$ E_c en joule (J), m en kg et v en m/s.

b. Mouvement de rotation

Écrire et exploiter les relations de définition de l'énergie cinétique d'un solide en rotation.

- Définition : Tout corps en mouvement de rotation possède une énergie dite cinétique qui dépend de la forme du corps, de sa masse et de sa vitesse.

- Expression : $E_c = \frac{1}{2} J_\Delta \omega^2$ E_c en joule (J), ω vitesse angulaire en rad/s et J_Δ le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe de rotation Δ en $kg \times m^2$.

- Moment d'inertie d'un solide en rotation par rapport à un axe Δ (J_Δ) :

Le **moment d'inertie** quantifie la *résistance* d'un corps soumis à une mise en rotation. Cette résistance dépend de la forme et de la masse du solide.
Exemples de moments d'inertie de différentes formes de solide :

- La boule : $J_\Delta = 2/5 \times m \times R^2$ R = rayon
- La barre de section négligeable : $J_\Delta = 1/12 \times m \times L^2$ L = longueur de la barre
- Le carré : $J_\Delta = 1/6 \times m \times a^2$ a = coté du carré
- Le cylindre plein : $J_\Delta = \frac{1}{2} \times m \times R^2$ R = rayon
- Le cylindre creux : $J_\Delta = m \times (R_2^2 - R_1^2)$ R_1 = rayon interne R_2 = rayon externe

c. Variation d'énergie cinétique

Prévoir les effets d'une modification de l'énergie cinétique d'un solide en mouvement de translation ou de rotation.

- Lorsque **l'énergie cinétique** d'un objet **augmente** cela signifie qu'une **action supplémentaire agit** sur l'objet **dans le sens du mouvement**.
- Lorsque **l'énergie cinétique** d'un objet **diminue** cela signifie **qu'une action supplémentaire agit** sur l'objet **dans le sens contraire du mouvement**.

2. Energie potentielle (E_p)

- Définition : L'énergie potentielle d'un corps est l'énergie qu'il possède de par sa position.

- **Remarque** : on dit qu'elle est potentielle car tant que le corps ou le système est contraint il ne génère aucune action ou transformation.
  Exemple : un cartable tenu par une main ne tombe pas malgré l'énergie potentielle de pesanteur qu'il possède. Mais dès que la main s'ouvre cette énergie qu'il possède lui permet de se mettre en mouvement.

a. Energie potentielle de pesanteur (E_{pp})

L'énergie potentielle de pesanteur d'un corps, est l'énergie qu'il possède de par sa position par rapport au sol.

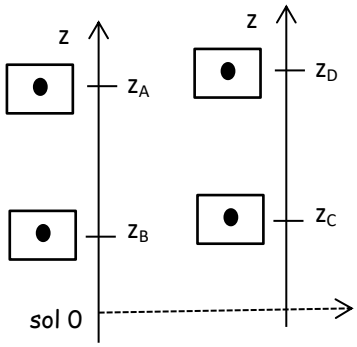
Expressions : $E_{pp} = m \times g \times z$

E_{pp} en J, m en kg, g l'intensité de la pesanteur en N/kg et z l'altitude en m

Si le solide a son centre d'inertie qui passe de la position A à la position B alors

$\Delta E_{pp} = E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = m \times g \times (z_A - z_B)$

D'après la figure la variation d'énergie potentielle est négative $\Delta E_{pp} < 0$.



Remarque : si le corps passe de la position C à la position D alors sa variation d'énergie potentielle sera positive.

b. **Energie potentielle élastique**

Un ressort lorsqu'il est comprimé ou étiré possède une énergie qu'il peut restituer si on le relâche. Cette énergie potentielle est dite élastique (E_{pe}).

Expression : $\mathbf{E_{pe} = \frac{1}{2} k \times x^2}$ E_{pe} en J, k la raideur du ressort en N/m et x en m

3. L'énergie mécanique

Exprimer et utiliser l'énergie mécanique d'un solide en mouvement.

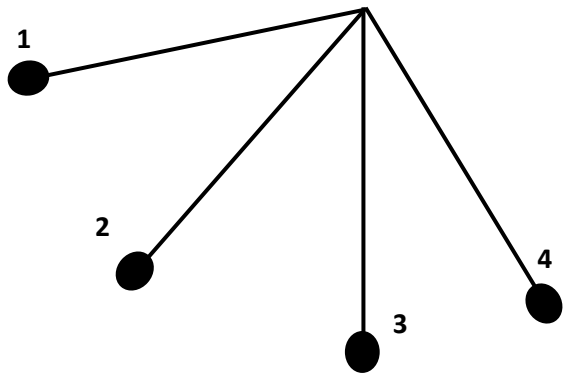
a. Définition :

L'énergie mécanique (E_m) d'un solide est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle

Expression : $\boldsymbol{E_m = E_c + E_p}$

b. Propriété 1 :

Analyser des variations de vitesse en termes d'échanges entre énergie cinétique et énergie potentielle.



- En 1 position maxi $v = 0$ m/s
  Donc $E_m = E_p$ car $E_c = 0$ J
- En 2 $E_m = E_{p2} + E_{c2}$ la vitesse augmente ainsi que l'énergie cinétique tandis que l'énergie potentielle diminue.
- En 3 position basse alors $v = v_{maxi}$ Donc $E_m = E_c$ car $E_p = 0$ J
- En 4 $E_m = E_{p4} + E_{c4}$ la vitesse diminue ainsi que l'énergie cinétique tandis que l'énergie potentielle augmente.

c. Puissance moyenne du transfert d'énergie

Si durant un mouvement avec conservation de l'énergie mécanique d'une durée Δt la variation d'énergie potentielle vaut ΔE_p, alors la puissance moyenne (P) du transfert d'énergie vaut : $\mathbf{P} = \frac{\Delta \mathbf{E_p}}{\Delta \mathbf{t}}$ avec P en watt (W), ΔE_p en J et Δt en s

d. Propriété 2 :

Analyser un mouvement en termes de conservation et de non-conservation de l'énergie mécanique et en termes de puissance moyenne.

- Lorsqu'un solide tombe en chute libre dans les conditions où il n'y a pas de frottement (ou qu'ils sont négligeables), alors d'énergie potentielle perdue s'est transformé en gain d'énergie cinétique. **L'énergie mécanique du solide est conservée**. La variation d'énergie potentielle est l'opposée de la variation d'énergie cinétique.

Expression $\Delta E_p = - \Delta E_c$

- Si **les frottements** existent ou ne sont plus négligeable **alors l'énergie mécanique n'est plus conservée**, une partie de celle-ci est transformée en énergie thermique et transférée par chaleur au corps et à l'air (dans le cas de la chute libre).