Travail et Energie potentielle de pesanteur - énergie mécanique

1- Energie potentielle de pesanteur

1-1-Notion del'energie potentielle de pesanteur

L'énergie potentielle d'un solide est une énergie due à sa position par rapport à la Terre. Elle dépend de l'**altitude** de son centre d'inertie G.

Exemple

l'eau d'un barrage, immobile et stockée en altitude, possède de l'énergie en réserve du fait de sa position par rapport à la Terre : elle possède de l'énergie potentielle. Si l'eau est libérée, cette énergie potentielle va se transformer en énergie cinétique au cours de la chute et l'eau pourra par exemple faire tourner la turbine d'un alternateur dans une centrale hydraulique.

1-2 Expression littérale de l'énergie potentielle de pesanteur

Au voisinage de la Terre, l'énergie potentielle de pesanteur d'un solide de masse m est définie par :

$\mathbf{E_{pp} = m.\,g.\,z + C^{te}}$ avec l' axe Oz vertical et orienté **vers le haut**,

Epp énergies potentielles de pesanteur du centre de gravité du système en J ;

m : masse du système en kg ;

g : intensité du champ de pesanteur en $N.kg^{-1}$;

z : altitudes du centre de gravité en m.

Par convention $E_{pp}=0$ pour z=0 (normalement au sol) donc $C^{te}=0$: $\mathbf{E_{pp} = m.\,g.\,z}$

- Il est possible de choisir le niveau de référence pour l'énergie potentielle ($E_{pp}=0$) à une altitude quelconque

- L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide dépend de son altitude z, c'est à dire de sa position par rapport à la Terre. Elle est due à l'interaction du solide avec la Terre.

Remarques :

Si l'axe Oz est orienté vers le bas (à éviter), l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur devient :

$Epp = - m\, g\, z + \mathbf{C^{te}}$

1-3- Variation de potentielle de pesanteur

Expression de la variation l'énergie potentielle du centre de gravité entre 2 points A et B est :

$$\Delta Epp = E_{pp}(final) - E_{pp}(initial) = E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = mg\,(z_B - z_A)$$

Avec le travail de poids $W(\vec{P}) = mg\,(z_A - z_B)$

Donc $\Delta Epp = E_{pp}(final) - E_{pp}(initial) = - W(\vec{P})$

z_A représente l'altitude de la position initiale du centre de gravité et z_B son altitude de la position finale.

Signification des grandeurs et unités :

- $E_{pp}(A)$, $E_{pp}(B)$: énergies potentielles de pesanteur du centre de gravité du système en A et B en J ;
- m : masse du système en kg ;
- g : intensité du champ de pesanteur en $N.kg^{-1}$;
- z_A et z_B : altitudes du centre de gravité aux points A et B en m.

2- Energie mécanique

2-1- Définition d' energie mécanique

L'énergie mécanique E_M d'un solide est égale à la **somme** de son énergie cinétique E_c et de son énergie potentielle de pesanteur E_{pp} : $\mathbf{E_M = E_c + E_{pp}}$ Elle s'exprime en joule (J).

L'énergie mécanique, comme l'énergie potentielle, dépend de l'origine des altitudes elle est donc définie **à une constante additive près**.

2-2- Expression dans le cas d'un solide en translation

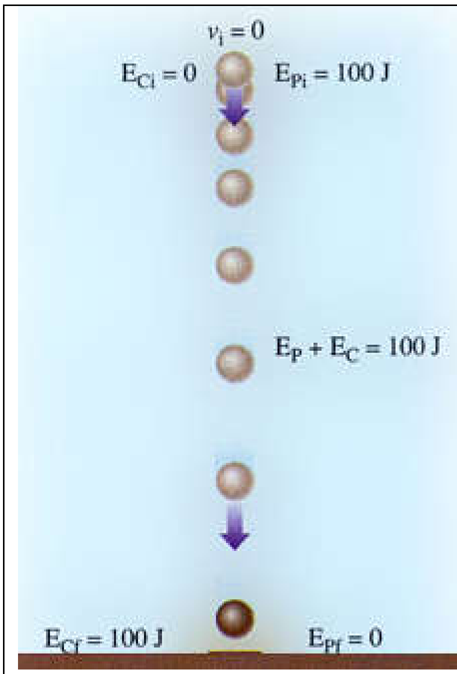
L'énergie d'un solide de masse m, animé d'un mouvement de translation à la vitesse v s'exprime sous la forme :

$$\mathbf{E_M = \frac{1}{2} m.\,v^2 + m.\,g.\,z}$$

L'axe vertical Oz est orienté **vers le haut**.

2-3- Evolution de l'énergie mécanique d'un solide

5.1. Solide en chute libre



L'énergie mécanique E_M d'un solide en chute libre (avec ou sans vitesse initiale) est **constante**. On dit qu'elle se conserve.
Au cours du mouvement, il y a **transformation réciproque** d'énergie cinétique en énergie potentielle de telle sorte que : $\Delta E_c = -\Delta E_{pp}$
Quand le solide gagne de l'altitude, son énergie potentielle s'accroît, au détriment de son énergie cinétique qui diminue.

5.2. Conservation de l'énergie mécanique du solide

Quand le poids est la seule force à travailler (comme dans le mouvement de chute libre), on peut écrire, en appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre deux instants t_1 et t_2 quelconques :

$$\Delta E_c = W(\sum \overrightarrow{F_{ext}}) = W(\vec{P}) = -\Delta E_{pp}$$

On a donc :

$$\Delta E_c + \Delta E_{pp} = \Delta(E_c + E_{pp}) = \Delta E_M = 0$$

L'énergie mécanique du solide reste donc **constante** :E_M=Constante

5.3. Non conservation de l'énergie mécanique du solide

Quand d'autres forces que le poids travaillent, le même raisonnement conduit au résultat suivant :

$$\Delta E_c = W(\sum \overrightarrow{F_{ext}}) = W(\vec{P}) + W(\overrightarrow{F_1}) + ...$$

On a donc :

$$\Delta E_c = -\Delta E_{pp} + W(\overrightarrow{F_1}) + ...$$

$$\Delta E_c + \Delta E_{pp} = W(\overrightarrow{F_1}) + ...$$

$$\Delta E_M = W(\overrightarrow{F_1}) + ...$$

La variation de l'énergie mécanique du système est égale au **travail des autres forces que le poids**.
Cas particulier : si la seule force à travailler est une force de frottement dont le travail est résistant (négatif), car elle s'oppose au mouvement, alors, l'énergie mécanique du solide **décroît**.

FIN