- Résumé de cours -

N°2 : travail et énergie

I *Puissance et travail d'une force*

Déplacement élémentaire d'un point M

Un point M, soumis à une force $\vec{f}$, effectue un *déplacement élémentaire* $\boxed{\vec{dl} = d\overrightarrow{OM}}$.

Puissance

La *puissance* P d'une force $\vec{f}$ appliquée sur un point matériel M de vitesse $\vec{f}$ dans un référentiel R, est définie par : $\boxed{P = \vec{f}.\vec{v}}$ (par rapport à R).

Travail élémentaire

$\boxed{1}$ Définition du travail élémentaire

Le *travail élémentaire* δW de la force $\vec{f}$ entre t et $t + dt$, est lié à la puissance P par : $\boxed{\delta W = P.dt}$ (par rapport à R).

On a aussi $\boxed{\delta W = \vec{f}.\vec{v}.dt = \vec{f}.\vec{dl}}$ (par rapport à R).

$\boxed{2}$ Coordonnées

Coordonnées cartésiennes : $\boxed{\delta W = f_x dx + f_y dy + f_z dz}$.

Coordonnées polaires (mouvement plan) : $\boxed{\delta W = f_r dr + r f_\theta d\theta}$.

$\boxed{3}$ Travail de la résultante des forces appliquées

Le *travail élémentaire total* a pour expression : $\boxed{\delta W = \vec{F}.\vec{dl}}$ (résultante $\vec{F}$ des forces appliquées).

Force orthogonale au déplacement

Une force $\vec{f}$ ne travaille pas si elle est orthogonale au déplacement élémentaire qui est colinéaire au vecteur vitesse.

Travail d'une force le long d'une courbe

Le travail de la force $\vec{f}$ entre t_1 et t_2 est représenté par les intégrales suivantes :

$$\boxed{W = \int_{t_1}^{t_2} \delta W = \int_{t_1}^{t_2} P.dt = \int_{M_1}^{M_2} \vec{f}.\vec{dl} = \int_{t_1}^{t_2} \vec{f}.\vec{v}.dt}.$$

Travail d'une force constante

1 Cas général

Le travail d'une *force constante* $\vec{f}$ au cours du trajet entre M_1 et M_2 s'écrit : $\boxed{W = \vec{f}.\overrightarrow{M_1M_2}}$. *Ce travail ne dépend pas du chemin suivi par le point matériel entre le point initial et le point final.*

2 Force de pesanteur

Le travail du *poids* $\vec{P} = m\vec{g}$ a pour expression pour un axe Oz *ascendant* : $\boxed{W = m\vec{g}.\overrightarrow{M_1M_2} = mg(z_1 - z_2)}$.

Travail d'une force de frottement

Le travail de la force de frottement dépend du chemin suivi.

II *Théorèmes de l'énergie cinétique et de la puissance cinétique en référentiel galiléen*

Energie cinétique d'un point matériel

$E_c = \frac{1}{2}mv^2$ (par rapport à R).

Théorème de la puissance cinétique

$\boxed{P = \vec{F}.\vec{v} = \frac{dE_c}{dt}}$ (par rapport à $R_{galiléen}$).

On retiendra que $\vec{F}$ est orthogonale à $\vec{v}$ implique que $P = 0$, E_c est constante, v est constante (dans $R_{galiléen}$).

Théorème de l'énergie cinétique

$\boxed{\Delta E_c = E_{c_2} - E_{c_1} = W}$.

La variation d'énergie cinétique d'un point matériel entre deux instants dans un référentiel galiléen est égale au travail total de toutes les forces appliquées au cours de son déplacement.