$$\delta W = \vec{F} \bullet d\vec{\ell} = \vec{F} \bullet \vec{v}\, dt = P\, dt$$

Travail d'une force sur un trajet : $W_{a\to b}\left(\vec{F}\right) \equiv \int_a^b \vec{F} \bullet d\vec{\ell}$

Puissance d'une force : $P\left(\vec{F}\right) \equiv \vec{F} \bullet \vec{v}$

dérivation / t — intégration / t

Si force conservative (c) (introduction du concept d'énergie potentielle)

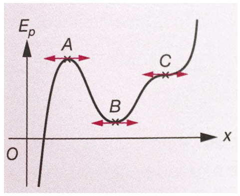
$$W_{a\to b}\left(\vec{F}_c\right) = -\left[E_p(b) - E_p(a)\right] = -\Delta E_p$$

$$\uparrow\downarrow$$

$$\vec{F}_c : \left(-\frac{\partial E_p}{\partial x}, -\frac{\partial E_p}{\partial y}, -\frac{\partial E_p}{\partial z}\right)$$

Energie cinétique : $E_c \equiv \frac{1}{2} m v^2$

•Theorème de la puissance (cinétique ou mécanique)→équation du mouvement à 1D sans projection des forces + connaissance de certains aspects de la trajectoire (sans 2ème loi de Newton)
•Theorème de l'énergie (cinétique ou mécanique)→détermination de la vitesse sans connaissance préalable de la trajectoire



Equilibre d'un point matériel soumis à une force conservative (cas 1D)

(Evolution TEMPORELLE des systèmes)

Théorème de l'énergie mécanique

$$\underbrace{\Delta E_c + \Delta E_p}_{\Delta E_m} = \sum W\left(\vec{F}_{nc}\right)$$

dérivation / t — intégration / t

Autre forme, théorème de la puissance mécanique:

$$\frac{dE_m}{dt} = \sum P\left(\vec{F}_{nc}\right)$$

(Equilibre SPATIAL des systèmes)

EQUILIBRE en $x = x_e \Leftrightarrow \frac{dE_p(x)}{dx} = 0$

$$\downarrow$$

•Equilibre **STABLE** en $x = x_e \Leftrightarrow \left(\frac{d^2E_p}{dx^2}\right)_{x=x_e} > 0$

•Equilibre **INSTABLE** en $x = x_e \Leftrightarrow \left(\frac{d^2E_p}{dx^2}\right)_{x=x_e} < 0$

(Evolution TEMPORELLE des systèmes)

Théorème de l'énergie cinétique:

$$\Delta E_c = \sum W\left(\vec{F}_{nc}\right) + \sum W\left(\vec{F}_c\right)$$

dérivation / t — intégration / t

Autre forme, théorème de la puissance cinétique:

$$\frac{dE_c}{dt} = \sum P\left(\vec{F}_{nc}\right) + \sum P\left(\vec{F}_c\right)$$

Force	Energie potentielle associée
Rappel élastique : $\vec{F}_{re} \equiv -k\left(x - x_0\right)\vec{i}$	$E_p(x) = \frac{k}{2}\left(x - x_0\right)^2 + A \quad \left(A = 0 \text{ si } E_p = 0 \text{ à } x = x_0\right)$
Poids : $\vec{P} = -mg\vec{k}$ $\left(z \text{ ascendant}\right)$	$E_p(z) = mgz + A \quad \left(A = 0 \text{ si } E_p = 0 \text{ à } z = 0\right)$
Force gravitationnelle : $\vec{F}_G = -G\frac{mM_T}{r^2}\vec{u}_r$	$E_p(r) = -\frac{GmM_T}{r} + A \quad \left(A = 0 \text{ si } E_p = 0 \text{ à } r = \infty\right)$

<u>Pour un point matériel soumis seulement à des forces conservatives :</u>
Dans un diagramme en énergie potentielle, seules les régions $E_p(x) <= Em$ sont accessibles par le mobile