

Travail d'une force

Déplacer une armoire comtoise n'est en général pas une mince affaire ! Cela demande pas mal d'énergie.

Le travail est un mot qui pique dans le dos, quand il s'agit de se lever tôt le matin pour s'y rendre !

Pour le physicien, le mot travail est synonyme **d'énergie**.

I Travail d'une force constante

1 Cas général

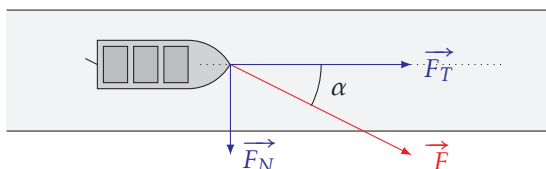
Définition

Le travail d'une force est un indicateur de l'efficacité de cette force à produire du déplacement.

C'est le produit scalaire du vecteur force par le vecteur déplacement.

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

\vec{F} s'exprime en N et \vec{AB} s'exprime en m
 $W_{AB}(\vec{F})$ s'exprime en J (joule) ou encore en N.m

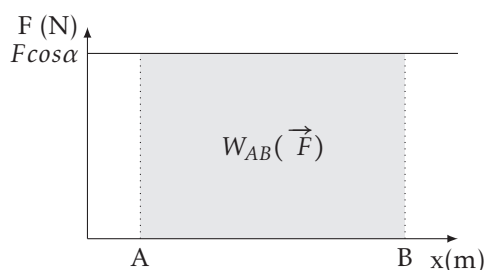


Une péniche est halée par un cheval pour remonter le cours d'un canal. La force de halage peut être décomposée en deux : une composante tangentielle (efficace pour faire avancer la péniche) et une composante normale (qui tend à rapprocher la péniche du bord).

La composante tangentielle \vec{F}_T étant la seule efficace, sa valeur vaut : $\|\vec{F}_T\| = \|\vec{F}\| \times \cos \alpha = F \times \cos \alpha$
 Ainsi, le travail de la force \vec{F} sur le déplacement \vec{AB} est :

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha$$

Toute force (comme \vec{F}_N) perpendiculaire au déplacement n'effectue aucun travail !

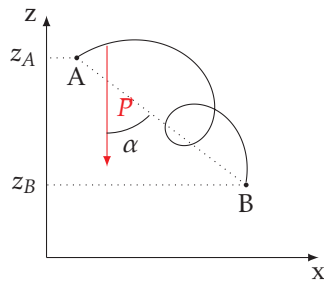


Si la force F et l'angle α sont constants au cours du déplacement AB , alors le travail de la force correspond à la surface grisée.

Propriété

Dans le cas d'un **vecteur force constant** \vec{F} , le travail ne dépend pas du chemin suivi, mais seulement des points de départ et d'arrivée. On dit que cette force est **conservative**.

2 Cas du poids

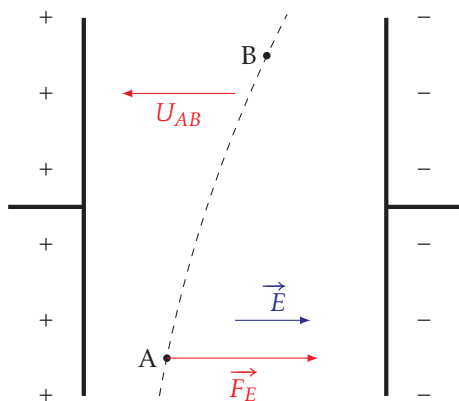


Le travail du poids lors du déplacement de A vers B est :
 $W_{AB}(\vec{P}) = P \times AB \times \cos \alpha$
Donc $W_{AB}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B)$ Le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi entre A et B, mais seulement de l'altitude entre A et B.

Propriété

La variation de l'énergie potentielle de pesanteur est l'opposé du travail du poids.

3 Cas d'une force électrique constante



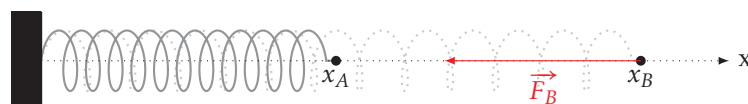
Une particule de charge électrique q traverse un champ électrique uniforme \vec{E} . Elle est donc soumise à une force électrique constante $\vec{F}_E = q \cdot \vec{E}$.
Lors de son déplacement du point A vers le point B, la force électrique travaille : $W_{AB}(\vec{F}_E) = \vec{F}_E \cdot \vec{AB} = F_E \cdot AB \cdot \cos \alpha = |q| \cdot E \cdot AB \cdot \cos \alpha$

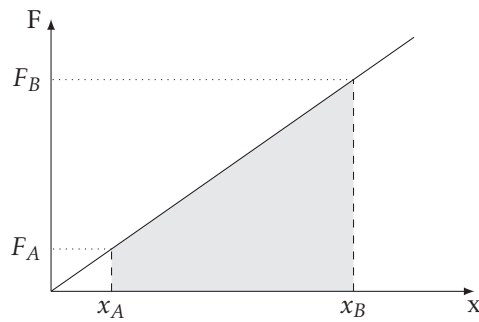
Définition

Un ressort exerce une force proportionnelle à son allongement.

$$\vec{F} = k \vec{\Delta l}$$

où k est appelée constante de raideur du ressort (en N.m^{-1}) et $\vec{\Delta l}$ est le vecteur allongement exprimé en m.





$$\text{Calcul de la surface : } S = \frac{1}{2}(x_B - x_A)(F_A + F_B)$$

Calcul du travail :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}(x_B - x_A)(kx_A + kx_B) = \frac{1}{2}k(x_B - x_A)(x_A + x_B)$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = \frac{1}{2}k(x_B^2 - x_A^2)$$

L'énergie emmagasinée d'un ressort est : $E_{pe} = \int_{x_A}^{x_B} kx \cdot dx = \frac{1}{2}k(x_B^2 - x_A^2)$

II Travail d'une force de frottement

Lorsqu'un objet se déplace, il subit des forces de frottements qui **s'opposent au déplacement** et qui sont responsables de la perte d'énergie cinétique de l'objet.

Si l'on considère la force de frottements de valeur constante f tout au long du déplacement de A vers B :

$$W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{AB} = f \cdot AB \cdot \cos \alpha = -f \cdot AB \text{ car } \alpha = 180^\circ$$

Définition

Attention : Le vecteur force de frottements est toujours dans le sens opposé au déplacement et donc colinéaire au vecteur déplacement. Le vecteur force de frottements varie au cours du déplacement : ce n'est donc pas une force conservative.

Son travail dépend du chemin suivi.