

Travail, puissance, énergie

(volet : point matériel)

→ chapitre 06 cours Biomécanique

Pauline Neveu, PhD

Plan «Travail, puissance, énergie»

1-Travail

2-Puissance

3-Énergie

1-Travail

Qu'est-ce qui travaille ?

→ la force

une force travaille

quand elle cause le déplacement, sur une certaine distance,
d'un objet

une force ne travaille que

si elle est la cause du déplacement observé

Rappel :

-les composantes perpendiculaires du mouvement sont indépendantes

-ne sera considérée que la composante de la force parallèle au mouvement

1-Travail

Travail

-grandeur scalaire

-noté W

-s'exprime en Joules (J) ou Newton.mètre (N.m)

(anciennement en calories : 1 calorie = 4.18 J)

$$\begin{array}{ccc} \text{travail} = & \text{composante de la force} & \times & \text{distance parcourue} \\ & \text{parallèle au déplacement} & & \text{pendant déplacement} \\ \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{J} \\ \text{(N.m)} \end{array} & \begin{array}{c} \diagup \\ \text{N} \end{array} & & \begin{array}{c} \diagdown \\ \text{m} \end{array} \end{array}$$

1-Travail

1^{er} cas :

la force a la même direction que la direction du déplacement

2^e cas :

la force a une direction oblique par rapport à la direction du déplacement

3^e cas :

la force a une direction perpendiculaire par rapport à la direction du déplacement

Conclusion : formule pour trouver le travail :

The diagram shows the formula $W = F \cos \theta \times d$ enclosed in a red rectangular box. Lines connect the variables to their respective labels: 'travail (J)' points to 'W', 'force (N)' points to 'F', 'angle entre force et déplacement' points to 'θ', and 'distance (m)' points to 'd'. An arrow points from the text 'attention à prendre le bon angle !' towards the angle symbol 'θ'.

travail (J)

distance (m)

$W = F \cos \theta \times d$

force (N)

angle entre force et déplacement

attention à prendre le bon angle !

1-Travail

Conclusion :

- une force s'exerçant parallèlement au déplacement (1^{er} cas)
→ est une force qui travaille
- une force s'exerçant perpendiculairement au déplacement (3^e cas)
→ est une force qui ne travaille pas
- une force s'exerçant obliquement au déplacement (2^e cas)
→ est une force
 - .dont la composante parallèle travaille
 - .dont la composante perpendiculaire ne travaille pas

2-Puissance

- grandeur renseignant sur le temps pendant lequel un travail est réalisé
- grandeur scalaire
- notée \mathcal{P}
- s'exprime en Watts (W) ou Joules/seconde (J/s)

(anciennement en cheval vapeur : 1 cheval vapeur \approx 750W)

- formule pour trouver la puissance moyenne :

The diagram shows the formula for average power, $\mathcal{P} = \frac{W}{\Delta t}$, enclosed in a red rectangular box. Three labels with leader lines point to the components of the formula: 'puissance (W)' points to the symbol \mathcal{P} , 'travail (J)' points to the numerator W , and 'durée (s)' points to the denominator Δt .

2-Puissance

pour information

→ formule pour trouver la puissance instantanée:

puissance (W) $\mathcal{P} = F_{//} \cdot v$ vitesse (m/s)
composante parallèle de la force (N)

car :

$$\left. \begin{array}{l} W = F_{//} \cdot d \\ d = v \cdot \Delta t \end{array} \right\} \mathcal{P} = \frac{W}{\Delta t} = \frac{F_{//} \cdot d}{\Delta t} = \frac{F_{//} \cdot v \cdot \cancel{\Delta t}}{\cancel{\Delta t}} = F_{//} \cdot v$$

3-Énergie

3.1-Notion d'énergie

- un objet qui a de l'énergie est capable de réaliser un travail
donc : d'exercer une force
qui causera le déplacement, sur une certaine distance, d'un objet
- l'énergie correspond à la capacité à réaliser un travail
- grandeur scalaire
- s'exprime en Joules (J) ou Newton.mètre (N.m)

3-Énergie

3.1-Notion d'énergie

Différentes formes d'énergie

- énergie thermique
- énergie lumineuse
- énergie électrique
- énergie chimique
- énergie nucléaire
- énergie mécanique

Une forme d'énergie peut être transformée en une autre forme d'énergie

- ex : éolienne : énergie mécanique → énergie électrique
- ex : humain : énergie chimique (ATP) → énergie mécanique

→ focus sur l'énergie mécanique

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

→ dans cadre du point matériel : deux formes d'énergies :

-énergie potentielle (énergie mécanique potentielle) : E_p

-énergie cinétique (énergie mécanique cinétique) : E_c

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

Énergie potentielle

-énergie qu'un objet stocke du fait de sa position

-deux formes d'énergies potentielles :

.énergie potentielle gravitationnelle : Ep_{grav}

.énergie potentielle élastique: $Ep_{\text{élast}}$

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

Énergie potentielle gravitationnelle : $E_{p_{\text{grav}}}$

→ énergie stockée dans un objet du fait de sa hauteur (par rapport à une référence)

→ liée à l'existence de la gravité

énergie potentielle gravitationnelle (J)

hauteur (m)

$E_{p_{\text{grav}}} = m \cdot g \cdot h$

masse (kg)

accélération de la pesanteur (10 m/s^2)

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

Énergie potentielle élastique: $E_{p_{\text{élast}}}$

→ énergie stockée dans les objets élastiques

→ liée à leur étirement ou leur compression

Diagram illustrating the formula for elastic potential energy:

$$E_{p_{\text{élast}}} = \frac{k x^2}{2}$$

The formula is enclosed in a red box. Labels with lines pointing to the terms are:

- énergie potentielle élastique (J) points to $E_{p_{\text{élast}}}$
- constante du ressort (N/m) points to k
- quantité de compression ou d'étirement par rapport à la position de repos (m) points to x

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

Énergie cinétique : E_c

-énergie qu'un objet possède du fait de son mouvement

-plusieurs formes d'énergie cinétique existent :
.énergie de vibration
.énergie de rotation
.énergie de translation

-dans cadre du point matériel : focus sur énergie cinétique de translation

énergie cinétique (J)

$E_c = \frac{1}{2} m v^2$

masse (kg)

vitesse de translation (m/s)

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

Énergie mécanique : E_m

énergie
mécanique = énergie
potentielle
gravitationnelle + énergie
potentielle
élastique + énergie
cinétique

$$E_m = E_{p_{\text{grav}}} + E_{p_{\text{élast}}} + E_c$$

3-Énergie

3.2-Énergie mécanique

Remarque :

l'énergie potentielle peut se transformer en énergie cinétique...
...et inversement

ex : pendule

3-Énergie

3.3-Relation énergie-travail

Ex : une masse qui tombe sur un clou

La force (force extérieure) exercée par la masse sur le clou (système considéré) est à l'origine d'un travail

Ce travail des forces extérieures correspond à la variation d'énergie

Le travail n'est cependant pas une énergie, plutôt une façon de transférer de l'énergie d'un lieu à un autre ou encore, d'une forme en une autre

Le travail peut être vu comme un transit d'énergie

travail des forces extérieures = variation d'énergie

$$W_{\text{Fext}} = \Delta E_m$$

3-Énergie

3.3-Relation énergie-travail

$$W_{\text{Fext}} = \Delta E_m = E_{mf} - E_{mi}$$

f : finale
i : initiale

$$E_{mi} + W_{\text{Fext}} = E_{mf}$$
$$E_{p_{\text{grav}}}^i + E_{p_{\text{élast}}}^i + E_{ci} + W_{\text{Fext}} = E_{p_{\text{grav}}}^f + E_{p_{\text{élast}}}^f + E_{cf}$$

Dans un système :

→ isolé des forces extérieures : $E_{mi} + \boxed{W_{\text{Fext}}} = E_{mf}$
 $\boxed{E_{mi} = E_{mf}}$
nul

→ non isolé des forces extérieures : $E_{mi} + \boxed{W_{\text{Fext}}} = E_{mf}$
 $\boxed{E_{mi} \neq E_{mf}}$
non nul

ce travail peut s'ajouter ou se soustraire