

Chapitre 4 Travail et énergie

Pr. M. ABD-LEFDIL
Université Mohammed V-Agdal
Faculté des Sciences -Rabat
Département de Physique, L.P.M.
Année Universitaire 05-06
SVI-STU

Formes d'énergie

- Mécanique
 - Cinétique, gravitationnelle
- Thermique
 - Mécanique microscopique
- Electromagnétique
- Nucléaire

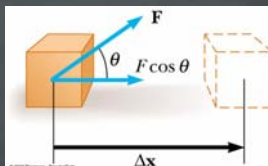
Energie est conservée!

Travail

- Relie la force au changement de position. Dans le cas d'une force constante:

$$W = \vec{F} \cdot (\vec{x}_f - \vec{x}_i) \\ = F \Delta x \cos \theta$$

W: Quantité Scalaire
Et indépendante du temps



Unité du travail

$$W = F \cdot x$$

SI unité = Joule

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2$$

Dans le cas d'un force non constante:

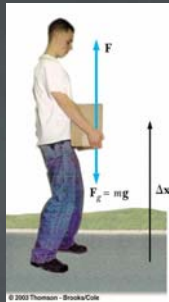
$$dW = \vec{F} \cdot d\vec{x}$$

Et le travail total est donné par:

$$W = \int_{x_i}^{x_f} \vec{F} \cdot d\vec{x}$$

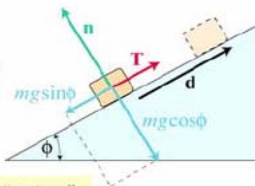
Travail peut être positif ou négatif

- Il fournit **W positif** quand il soulève la boîte.
- Il fournit un **W négatif** quand il abaisse la boîte.
- Gravité fournit **W positif** quand la boîte est abaissée.
- Gravité fournit **W négatif** quand la boîte est soulevée.



TRAVAIL

Exemple: sans frottement un objet sur un plan est soumis à 3 forces: le poids, la réaction normale et une tension T . S'il monte sur ce plan incliné sur une distance d :



travail de T : $W_T = T \cdot d$ "moteur"

travail de n : $W_n = 0 \cdot d = 0$ "nul"

travail de mg : $W_{mg} = (-mg \sin \phi) \cdot d = -mg d \sin \phi$ "résistant"

D'où: $\Sigma W = W_T + W_n + W_{mg} = Td - mg d \sin \phi$

Energie Cinétique

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Même unité que W

Rappel: Eq. du mouvement 'chap 1)

$$v_f^2 - v_i^2 = 2a\Delta x$$

Multiplions les 2 membres par m/2,

$$\Delta E_c = \frac{1}{2}mv_f^2 - \frac{1}{2}mv_i^2 = ma\Delta x$$

$$E_{c,f} - E_{c,i} = F\Delta x$$

Energie Potentielle

- Alors que l'énergie cinétique d'un objet est associée à sa vitesse, nous allons voir maintenant une autre forme d'énergie associée à la position et qu'on appelle énergie potentielle.
- Cette forme d'énergie existe seulement pour les forces dites conservatives. Mathématiquement, on doit avoir:

$$\text{rot } \vec{F} = \vec{0}$$

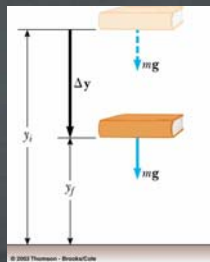
Si la force dépend de la distance,

$$\Delta E_p = -F \Delta x$$

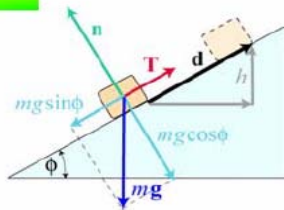
$$\Delta E_p = -W$$

Pour la force de gravité (près de la surface de la terre)

$$\Delta E_p = mgh$$



TRAVAIL DU POIDS



Alternativement...

Travail d'une force constante est égal au produit de la force par la composante du déplacement dans la direction de la force:

$$\text{i.e., } W_g = mg \cdot (-d \sin \phi) = -mgh = -mg\Delta y$$

Conservation de l'énergie

$$E_{P,f} + E_{C,f} = E_{P,i} + E_{C,i}$$

$$\Delta E_C = -\Delta E_P$$

Exemples de Forces Conservatives:

- Gravité, électrique, force de rappel d'un ressort ...

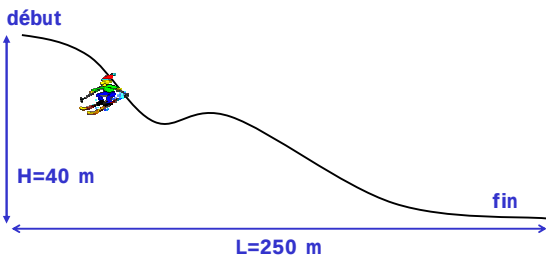
Forces Non-conservatives:

- Frottement, résistance de l'air ...

Les forces non conservatives conservent l'énergie !
Energie est seulement transférée en énergie thermique

Exemple

Un skieur glisse sans frottement la pente comme le montre la figure ci-contre. Quelle est sa vitesse en bas d la coline?

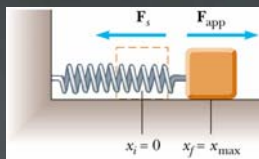


Réponse: **28.0 m/s**

Ressorts (Loi de Hooke)
revoir chap. 3

$$F = -kx$$

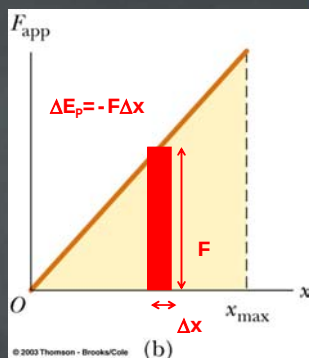
Proportionnelle au déplacement
par rapport à l'équilibre.



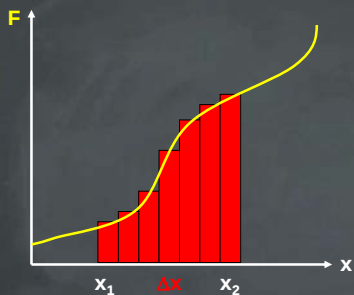
Energie Potentielle du ressort

$$\sum \Delta E_p = \frac{1}{2} (kx)x$$

$$E_p = \frac{1}{2} kx^2$$

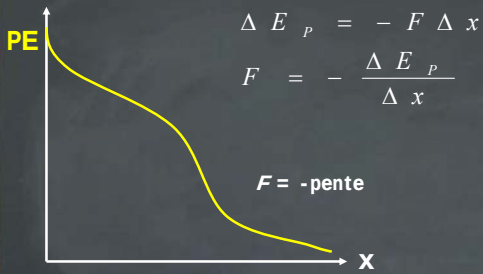


Relation graphique entre F et E_p

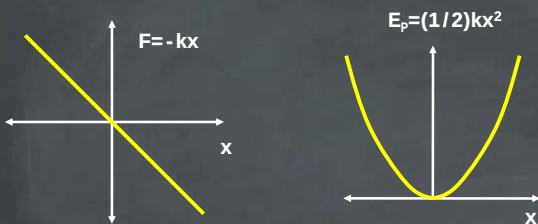


$$E_{p_2} - E_{p_1} = -\text{Aire sous la courbe}$$

Relation graphique entre F et E_p



Graphes de F et E_p pour un ressort



Puissance

- Puissance est le taux de transfert d'énergie

$$P = \frac{W}{t}$$

- Unité dans le SI est Watts (W)

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ kg} \frac{\text{m}^2}{\text{s}^3}$$

- Unité US est hp (horse power)

$$1 \text{ hp} = 746 \text{ W}$$

Puissance: Force et vitesse

$$P = \frac{\Delta E_c}{\Delta t} = \frac{F \Delta x}{\Delta t}$$

$$P = F v$$

Pour la même force, la puissance augmente avec la vitesse
