

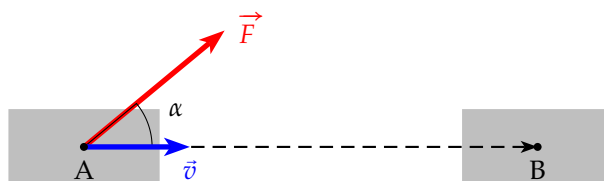
Chapitre 8

Travail d'une force et énergie mécanique

Table des matières

1	Le travail d'une force	2
2	Le travail de quelques forces	2
2.1	Le travail du poids	2
2.2	Le travail de la force électrostatique	3
2.3	Application	3
3	L'énergie mécanique	4

1 Le travail d'une force



Définition 1 : Le travail W d'une force constante \vec{F} sur un déplacement \overrightarrow{AB} est le produit scalaire de \vec{F} par \overrightarrow{AB}

$$W(\vec{F})_{A \rightarrow B} = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \times AB \cos \alpha$$

- Si $0 \leq \alpha < \frac{\pi}{2}$, le travail de \vec{F} est moteur (\vec{F} responsable du déplacement)
- Si $\frac{\pi}{2} < \alpha \leq \pi$, le travail de \vec{F} est résistant (\vec{F} s'oppose au déplacement)
- Si $\alpha = \frac{\pi}{2}$, le travail de \vec{F} est nul (la force ne participe pas au déplacement)

Remarque : Le travail s'exprime en joules (J)

Définition 2 : On appelle **force conservatrice** une force dont le travail ne dépend que de la position initiale et finale du système. Le travail **ne dépend pas** du chemin suivi.

Exemple : les forces de champ : force de pesanteur, de gravitation, électrostatique ...

On appelle force **non conservatrice** une force dont le travail **dépend** du chemin suivi.

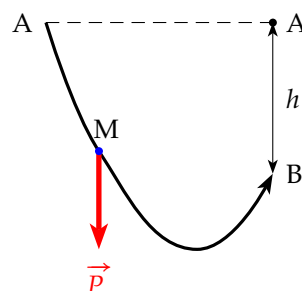
Exemple : force de frottement, tension d'un fil ...

2 Le travail de quelques forces

2.1 Le travail du poids

Le poids étant une force conservatrice, son travail est indépendant du chemin suivi. Si un corps M de masse m suit la trajectoire \overrightarrow{AB} de différence d'altitude h , comme le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi, on a :

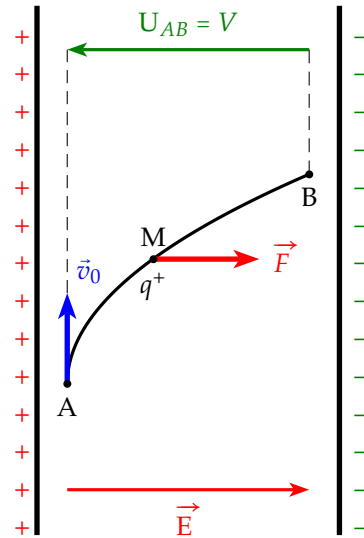
$$W(\vec{P})_{A \rightarrow B} = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = P \times A'B = mgh$$



2.2 Le travail de la force électrostatique

La force électrostatique étant une force conservatrice, son travail est indépendant du chemin suivi. Si un corps M de charge q suit la trajectoire \overline{AB} de différence de potentiel V dans le condensateur de champ électrostatique \vec{E} , comme le travail de la force électrostatique \vec{F} ne dépend pas du chemin suivi, on a :

$$\begin{aligned} W(\vec{F})_{A \rightarrow B} &= \vec{F} \cdot \overline{AB} \\ &= q \vec{E} \cdot \overline{AB} \\ &= q \times \frac{V}{AB} \times AB \\ &= qV \end{aligned}$$



2.3 Application

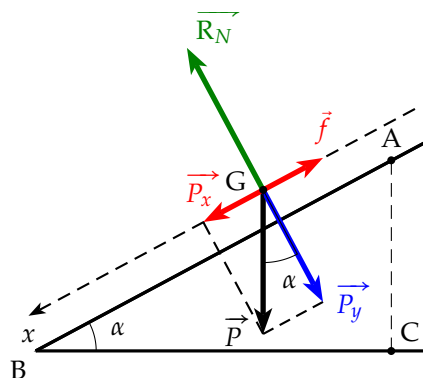
On considère un livre de masse $m = 0,15 \text{ kg}$ glissant sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. On suppose que le livre, assimilé à un point matériel a un mouvement rectiligne uniforme.

- 1) a) Donner la direction et le sens de la force de frottement exercée sur le livre par le plan incliné
- b) Faire le bilan des forces appliquées sur le livre. Les forces de frottement fluide seront négligées.
- c) Grâce à la 2^e loi de Newton, calculer la norme de la force de frottement solide.
- 2) Le livre glisse sur 60 cm. Calculer au cours de ce glissement le travail :
 - a) du poids
 - b) de la force frottement solide



- 1) a) La force de frottement \vec{f} est parallèle au plan incliné dans le sens opposé au déplacement
- b) Les forces en présence sont le poids du livre \vec{P} , la réaction normale \vec{R}_N du plan incliné sur le livre et la force de frottement solide \vec{f}
- c) Comme le livre est en mouvement rectiligne uniforme : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$
En projetant sur x :

$$P_x - f = 0 \Leftrightarrow f = mg \sin \alpha = 0,75 \text{ N}$$



2) Le livre glisse de A vers B tel que $AB = 60 \text{ cm}$.

a) Le travail du poids ne dépend pas du chemin suivi, donc :

$$\begin{aligned} W(P)_{A \rightarrow B} &= W(P)_{A \rightarrow C} + W(P)_{C \rightarrow B} \\ &= \vec{P} \cdot \vec{AC} + \vec{P} \cdot \vec{CB} \\ &= mg \times AB \sin \alpha + 0 \\ &= 0,15 \times 10 \times 0,6 \times 0,5 = 0,45 \text{ J} \end{aligned}$$

b) Pour la force de frottement, deux possibilités de calculer le travail :

- Comme la somme des forces est nulle. La somme des travaux du poids et de la force frottement est nulle donc $W(f)_{A \rightarrow B} = -0,45 \text{ J}$
- La force de frottement n'est pas conservatrice donc le travail dépend du chemin suivi :

$$W(f)_{A \rightarrow B} = \vec{f} \cdot \vec{AB} = -f \times AB = -0,75 \times 0,6 = -0,45 \text{ J}$$

3 L'énergie mécanique

Définition 3 : L'énergie mécanique E_m est égale à la somme de l'énergie cinétique E_c et de l'énergie potentielle E_p .

$$E_m = E_c + E_p$$

L'énergie cinétique est l'énergie du mouvement : $E_c = \frac{1}{2}mv^2$

L'énergie potentielle E_p représente ce que peut libérer un corps en énergie cinétique. Cette énergie peut se diviser en 2 :

- L'énergie potentielle de la pesanteur E_{pp} : $E_{pp} = mgh$
- L'énergie potentielle élastique E_{pe} (d'un ressort) : $E_{pe} = \frac{1}{2}kx^2$
 k constante de raideur du ressort et x l'allongement du ressort.

Théorème de l'énergie mécanique : Si un système n'est soumis à aucune force non conservatrice (pas de force de frottement), l'énergie mécanique se conserve :

$$\Delta E_m = 0 \quad \Leftrightarrow \quad \text{forces conservatrices}$$

Si le système est soumis à des forces non conservatrices (forces de frottement) l'énergie mécanique se dissipe :

$$\Delta E_m = W(\text{forces non conservatrices})$$

Exemple : Dans le cas d'une chute libre, le système n'est soumis qu'à son poids. Au fur et à mesure de la chute, le système perd de l'énergie potentielle (la hauteur diminue) mais augmente son énergie cinétique (la vitesse augmente). L'énergie mécanique reste constante. Il y a compensation de l'énergie potentielle par l'énergie cinétique.

Remarque : Si l'on considère une chute libre en tenant compte par exemple de la force de frottement de l'air, l'énergie mécanique va diminuer au fur et à mesure de la chute. Au bout d'un certain temps, il y aura diminution de la hauteur sans augmentation de la vitesse (pas d'augmentation de l'énergie cinétique).