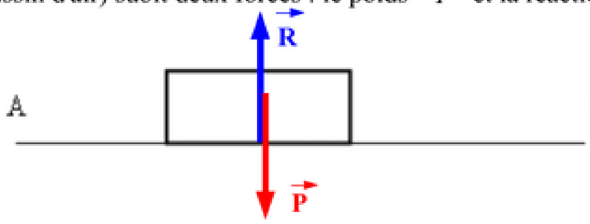
TRAVAIL D'UNE FORCE CONSTANTE - TRAVAIL DU POIDS

I) Étude du système :

1-a) Bilan des forces :

Le système (mobile à coussin d'air) subit deux forces : le poids $\vec{P}$ et la réaction de la table $\vec{R}$.



1-b) Nature du mouvement :

La somme des forces qui s'exercent sur le mobile est nulle. En vertu de la première loi de Newton, on en déduit que le centre d'inertie du mobile à un mouvement rectiligne uniforme.

1-c) Calcul du travail des forces :

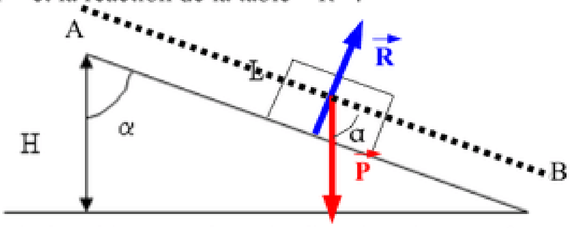
On a :

$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB} = 0$ car $\vec{P}$ et $\vec{AB}$ sont perpendiculaires

$W_{AB}(\vec{R}) = \vec{R} \cdot \vec{AB} = 0$ car $\vec{R}$ et $\vec{AB}$ sont perpendiculaires

2-a) Bilan des forces :

Le système subit son poids $\vec{P}$ et la réaction de la table $\vec{R}$.



2-b) Le travail de la réaction de la table est nul car la direction de cette force est perpendiculaire à la direction du mouvement.

$$W_{AB}(\vec{R}) = 0 \text{ J}$$

3-a) La seule force qui agit sur le mobile et qui effectue un travail est le poids. Il s'agit donc bien d'une force constante (même direction, même sens et même valeur).

3-b) Expression du travail effectué par le poids :

On a $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \vec{AB} = P \times AB \times \cos\alpha$

Soit $\mathbf{W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times L \times \cos\alpha}$

4) Expression de cosα en fonction de H et L :

Par définition on a $\cos\alpha = \frac{H}{L}$

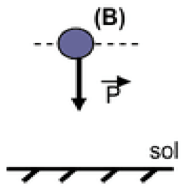
5)Expression du travail du poids :

Sachant que $W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times L \times \cos\alpha$

et que $\cos\alpha = \frac{H}{L}$

I- TRAVAIL D'UNE FORCE CONSTANTE :

1°) Exemple :



- Lâcher, sans vitesse initiale, une bille (B).
- L'énergie cinétique initiale de la bille est nulle.
- Au cours de la descente, la vitesse de la bille augmente et par conséquent son énergie cinétique augmente.
- Lancer verticalement vers le haut la bille (B).
- Apres un certain temps, elle s'arrête et rebrousse chemin : donc son énergie cinétique diminue au cours de le montée.

$\Rightarrow$ Au cours de la descente et la monté, l'énergie cinétique de la bille varie : a quoi est due cette variation ?

2°) Interprétation :

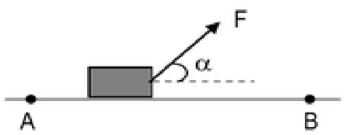
- La seule force appliquée sur la bille est son poids $\vec{P}$, donc le poids est la cause de la variation de son énergie cinétique.
- Au cours de le montée, le poids aide la bille dans son mouvement et son énergie cinétique augmente : donc la bille a reçu de l'énergie de milieu extérieur.
- Au cours de descente, le poids s'oppose au mouvement de la bille dans son mouvement et son énergie cinétique diminue : donc la bille cède de l'énergie vers le milieu extérieur.

$\Rightarrow$ Il y a un transfert de l'énergie entre la bille et le milieu extérieur, et se transfert s'effectue par le travail de poids

3°) Expression de travail :

Le travail d'une force F constante au cours d'un déplacement rectiligne AB est donnée par :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{AB}\| \cdot \cos\alpha$$



Le travail est grandeur algébrique et tout dépend de la valeur de l'angle α :

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \|\vec{AB}\|$$

* $\alpha = 0 \Rightarrow \cos\alpha = 1 \Rightarrow W_{A\to B}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{AB}\| > 0$

$\Rightarrow$ travail moteur ($\vec{F}$: force motrice)

* $\alpha < \pi/2 \Rightarrow \cos\alpha > 0 \Rightarrow W_{A\to B}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \cdot \|\vec{AB}\| \cdot \cos\alpha > 0.$

$\Rightarrow$ travail moteur ($\vec{F}$: force motrice).

* $\alpha = \pi/2 \Rightarrow \cos\alpha = 0 \Rightarrow W(\vec{F}) = 0$: travail nul.

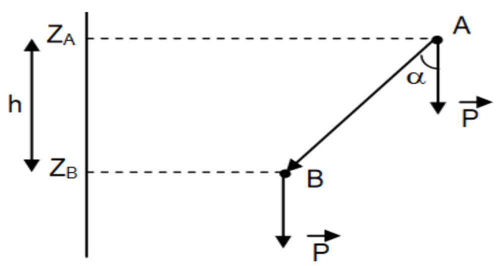
* $\alpha > \pi/2 \Rightarrow \cos\alpha < 0 \Rightarrow W_{A\to B}(\vec{F}) = \|\vec{F}\| \, \|\vec{AB}\| \cdot \cos\alpha < 0$

$\Rightarrow$ travail résistant ($\vec{F}$: résistante).

II- TRAVAIL DU POIDS D'UN CORPS :

1°) Cas d'un déplacement rectiligne :

On considère un corps de masse m se déplace entre deux points A et B.



$W_{A\to B}(\vec{P}) = \|\vec{P}\| \cdot \|\vec{AB}\| \cdot \cos\alpha$; $\cos\alpha = (Z_A - Z_B) / \|\vec{AB}\| = h / \|\vec{AB}\|$.

$W_{A\to B}(\vec{P}) = \|\vec{P}\| \cdot h = m \cdot \|\vec{g}\| \cdot h$

- **Pour un mouvement descendant**: (A plus haut que B).

  $Z_A > Z_B \Rightarrow Z_A - Z_B > 0$

  $\Rightarrow$ Le travail de poids est positif ($\vec{P}$ force motrice)

$$\Rightarrow \quad W_{A \to B}(\vec{P}) = + \, m. \, \|\vec{g}\| \, . \, h$$

- **Pour un mouvement ascendant**: (B plus haut que A).

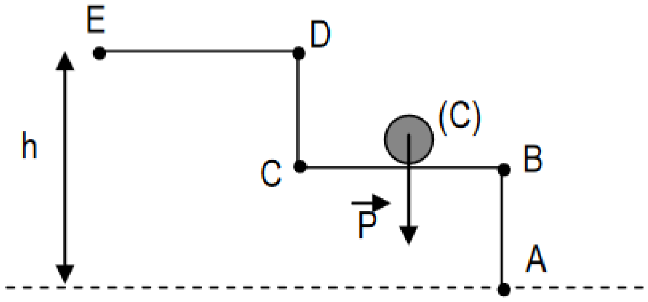
  $Z_B > Z_A \Rightarrow Z_A - Z_B < 0$

  $\Rightarrow$ Le travail de poids est négatif ($\vec{P}$ force résistante)

$$\Rightarrow \quad W_{A \to B}(\vec{P}) = - \, m. \, \|\vec{g}\| \, . \, h$$

2°) Cas d'un déplacement quelconque :

- Le corps (C) se deplace de E vers A.



$$W_{E \to A}(\vec{P}) = W_{E \to D}(\vec{P}) + W_{D \to C}(\vec{P}) + W_{C \to B}(\vec{P}) + W_{B \to A}(\vec{P})$$

$$= \|\vec{P}\| \, . \, BC + \|\vec{P}\| \, . \, BA = \|\vec{P}\| \, . \, (BC + BA) = m. \|\vec{g}\| \, h.$$

- De meme pour un deplacement de A vers E.

$$W_{A \to E}(\vec{P}) = - \, m \, \|\vec{g}\| \, h$$

$\Rightarrow$ Le travail du poids est le meme que pour un deplacement rectiligne.

3°) Conclusion :

Le travail de poids est independant du chemin suivi, il ne depend que de la différence de hauteur h entre la position initiale et la position finale :

- Pour un mouvement descendant : $W(\vec{P}) = m \,\|\vec{g}\|\, h$
- Pour un mouvement ascendant : $W(\vec{P}) = - m \,\|\vec{g}\|\, h$

III- PUISSANCE MOYENNE :

1°) Définition :

La puissance moyenne développée par une force entre deux instants est égale au quotient du travail effectué par cette force entre ces deux instants par la durée mise pour produire ce travail.

$P_{moy} = W(\vec{F}) / \Delta t$. **(P_{moy} : en watt (w) ; W : en joule (J) et Δt en seconde (s))**

Dans le cas d'une force constante qui déplace son point d'application d'un point A à un point B, le travail est $\mathbf{W}(\vec{F})_{A \to B} = \|\vec{F}\|.\|\overrightarrow{AB}\| \cos(\overrightarrow{AB}, \vec{F})$ .En remplaçant dans l'expression de la puissance,

on aura : $\mathcal{P} = \dfrac{\|\vec{F}\|.\|\overrightarrow{AB}\|.\cos(\overrightarrow{AB}, \vec{F})}{\Delta t} = \|\vec{F}\|.\dfrac{\|\overrightarrow{AB}\|}{\Delta t}.\cos\alpha$

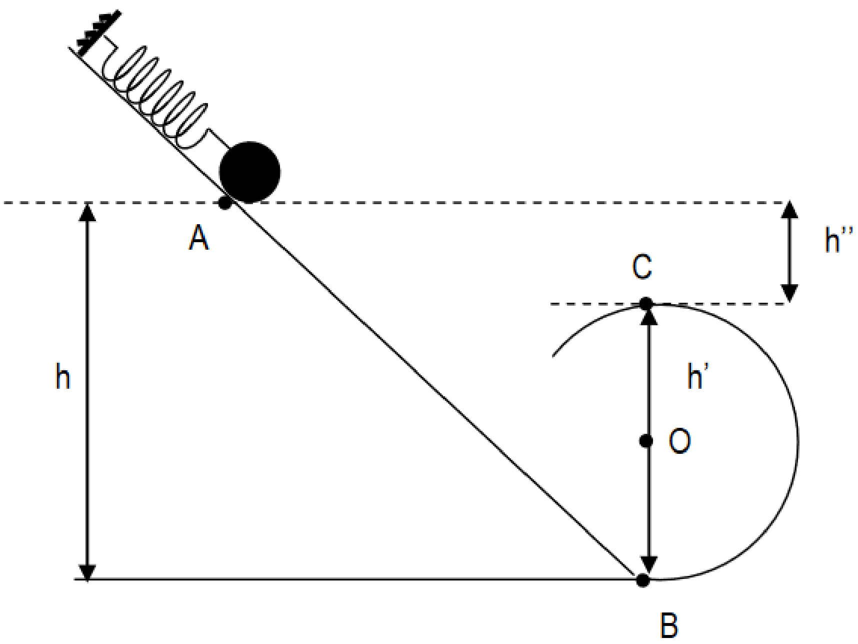
Si le mouvement est rectiligne :

La vitesse moyenne sur le trajet AB, du point d'application de la force $\vec{F}$, est $V = \dfrac{\|\overrightarrow{AB}\|}{\Delta t}$; on aura :

$\boxed{\mathcal{P} = \|\vec{F}\|.V.\cos\alpha}$ ($\mathcal{P}$ **est en watt si $\|\vec{F}\|$ est en newton et V en $m.s^{-1}$**)

2°) Application

Une bille de masse m = 100 g, libérée d'un ressort, glisse sans frottement sur un rail ABC .



- La partie AB ets rectiligne incliné d'un angle α =30° par rapport à l'horizontal.
- La partie BC est circulaire de rayon R = 10 cm.

1. Le long du trajet AB le poids de la bille developpe une puissance de 0,25 W pendant 2 s. Determiner dans ce cas :
   a- le travail de poids de la bille de A vers B.
   b- la distance parcourue AB.
2. Calculer le travail du poids de la bille le long du trajet ABC puis le long du trajet AC. Conclure.