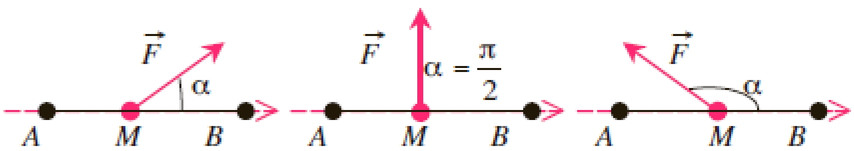
Exercice 1

Lorsqu'on soulève un objet, le travail du poids de l'objet est non nul car le poids est parallèle au déplacement. Dans ce cas, il est résistant car il s'oppose au déplacement. Le travail du poids est nul lorsqu'on tient l'objet dans ses bras sans se déplacer ou en se déplaçant horizontalement. Si on lâche l'objet, il tombe sous l'effet de la pesanteur et le travail du poids est alors non nul et positif.

Solution



$$\alpha < 0 \Rightarrow \cos\alpha > 0, \alpha = \frac{\pi}{2} \Rightarrow \cos\alpha = 0, \alpha > 0 \Rightarrow \cos\alpha < 0$$

$W_{AB}(\vec{F}) > 0,$ $W_{AB}(\vec{F}) = 0,$ $W_{AB}(\vec{F}) < 0$

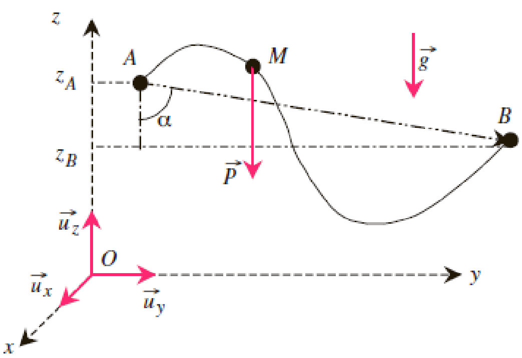
Le travail est moteur Le travail est nul Le travail est résistant

Exercice 2 :

Considérons un point M de masse $m = 50\,g$ se déplaçant d'un point A à un point B.

1- Calculez le travail du poids de ce corps au cours de ce déplacement (voir *figure*). Le déplacement de A à B est supposé quelconque c'est-à-dire que le chemin qui mène de A à B peut prendre différentes trajectoires.

2- Donné le type de se travail.



Solution :

On a :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}$$

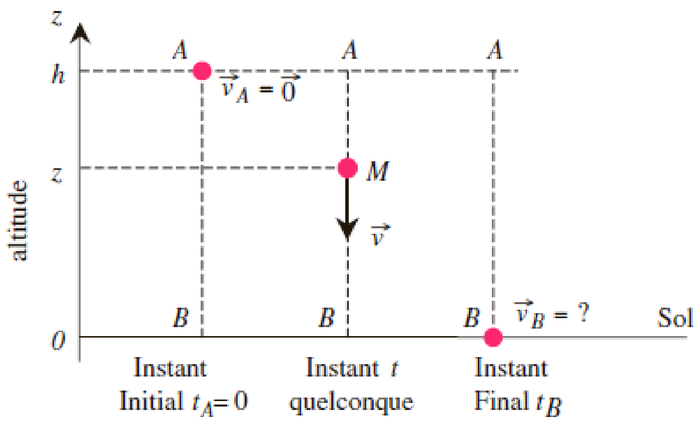
$$\overrightarrow{AB} = \begin{vmatrix} x_B - x_A \\ y_B - y_A \\ z_B - z_A \end{vmatrix} ; m\vec{g} = \begin{vmatrix} 0 \\ 0 \\ -mg \end{vmatrix} = -mg.(z_B - z_A) = -50.9{,}81.(2-3) = 490.5$$

Ce travail et moteur.

Exercice 3 :

Considérons le cas d'une bille M de masse m située à l'altitude $z_A = h$ et qu'on lâche sans donner de vitesse initiale.

1- Trouver la vitesse de cette bille lorsqu'elle touche le sol en B altitude $z_B = 0$.
2- Déterminer sa vitesse v en fonction de son altitude z.



Solution :

➤ Système : la bille M de masse m

➤ Référentiel terrestre galiléen. Choix d'un repère : axe vertical avec le point B au sol (altitude $z_B = 0$) et le point A à l'altitude $z_A = h$.

➤ Bilan des forces : uniquement le poids de la bille : $\vec{P} = m\vec{g}$(on néglige les frottements). Le poids est une force conservative qui dérive d'une énergie potentielle.

Avec un axe vertical on a : $E_{PP} = mg\,.\,z$ avec l'énergie potentielle nulle au sol

$$(E_{PP}\,(B) = E_{PP}\,(z_B = 0) = 0))$$

Calcul en utilisant le théorème de l'énergie cinétique

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre les positions A de départ et B d'arrivée.

➤ Le travail du poids s'écrit :

$$W_{AB}\left(\vec{P}\right) = \vec{P}.\overrightarrow{AB} = mg.(z_B - z_A) = mg.h$$

On peut vérifier que ce travail est bien positif puisque la masse se déplace dans le sens du poids.

➤ La variation d'énergie cinétique (énergie cinétique finale –énergie cinétique initiale) s'écrit

$$\Delta E_c = \Delta E_c(B) - \Delta E_c(A) = \frac{1}{2}.mv^2{}_B - \frac{1}{2}.mv^2{}_A = \frac{1}{2}.mv^2{}_B$$

➤ Théorème de l'énergie cinétique :

$$W_{AB}\left(\vec{P}\right) = \Delta E_c(B) - \Delta E_c(A) = mg.h = \frac{1}{2}.mv^2{}_B \Rightarrow\!\!> v_B = \sqrt{2gh}$$

L'application du théorème entre la position A et une position intermédiaire quelconque en M donne :

- Le travail du poids s'écrit :

$$W_{AB}(\vec{P}) = mg.(h-z)$$

- La variation d'énergie cinétique s'écrit :

$$\Delta E_c = \Delta E_c(M) - \Delta E_c(A) = \frac{1}{2}.mv^2{}_M - \frac{1}{2}.mv^2{}_A = \frac{1}{2}.mv^2{}_M$$

- Théorème de l'énergie cinétique donne :

$$W_{AM}(\vec{P}) = \Delta E_c(M) - \Delta E_c(A) = mg.(h-z) = \frac{1}{2}.mv^2{}_M \Rightarrow v_M = \sqrt{2g(h-z)}$$

Calcul en utilisant la conservation de l'énergie

Le système est conservatif donc il y a conservation de l'énergie mécanique. Exprimons cette énergie aux différents points A, M et B :

- Point A : $E(A) = E_c(A) + E_cpp(A) = \frac{1}{2}.mv^2{}_A + mgz_A = mgh$
- Point M : $E(M) = E_c(M) + E_cpp(M) = \frac{1}{2}.mv^2{}_M + mgz_M$
- Point A : $E(B) = E_c(B) + E_cpp(B) = \frac{1}{2}.mv^2{}_B + mgz_B = \frac{1}{2}.mv^2{}_B$

La conservation de l'énergie mécanique s'écrit :

$$E(A) = E(M) = E(B) = E_0 \Rightarrow mgh = \frac{1}{2}.mv^2{}_M + mgz_M = \frac{1}{2}.mv^2{}_B$$

Exercice 4 :

Calculer l'énergie cinétique d'une molécule d'oxygène de masse m= $5{,}3.10^{-23}$ g, animée d'une vitesse égale à 500 m.s^{-1}, dans l'air, à température ambiante.

Solution :

$$E_c = \frac{1}{2}.mv^2 = \frac{1}{2}.5{,}3.10^{-26}.500^2 = 6{,}6.10^{-21}\,\mathbf{J}$$

Exercice 5 :

Calculer l'énergie cinétique d'une rame de TGV de masse M= 900 tonnes lancée à la vitesse de 400 km.h^{-1}.

A quelle hauteur pourrait-on lever le TGV si l'on disposait de cette énergie ? g = 10 m.s^{-2}

Solution :

$$E_c = \frac{1}{2}.mv^2 = \frac{1}{2}.900.10^3.\left(\frac{400}{3{,}6}\right)^2 = 5{,}5.10^9\ \mathrm{J}$$

$$E_c = m.g.h = h = \frac{E_c}{m.g} = \frac{55.10^9}{900.10^3.9.81} = 617\ \mathrm{m}$$

Exercice 6 :

Un opérateur comprime un ressort de constante de raideur k=40N.m-1 à partir de sa position de repos et provoque un raccourcissement égal à d=5 cm.

Calculer la variation d'énergie potentielle élastique du système {ressort + opérateur}.

Solution :

$$E_p initiale = \frac{1}{2}.mv^2 = 0$$

$$E_p finale = \frac{1}{2}.mv^2 = \frac{1}{2}.40\,.(5.10^{-2})^2 = 0{,}05\ \mathrm{J}$$