

Mouvement de translation et de rotation

I/Notion de référentiel :

Le mouvement d'un solide n'est pas le même suivant le repère.

Ex : Une personne immobile sur un tapis roulant. Par rapport au sol, la personne se déplace. Par contre, par rapport au tapis roulant la personne est immobile.

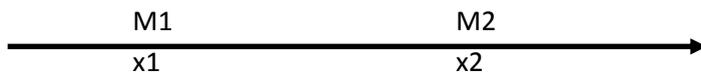
Il est donc important de choisir un repère pour étudier le mouvement d'un objet. Ce repère est appelé **référentiel**.

Lorsqu'un objet est en mouvement, il existe toujours un point de l'objet pour lequel le mouvement est plus simple que les autres. Ce point est le **centre d'inertie**.

On va s'intéresser à l'étude du mouvement du centre d'inertie.

II/Vitesse d'un objet en translation :

On repère la position du centre d'inertie à deux instants différents du mouvement.



M1 : Position du centre d'inertie à l'instant t1

M2 : Position du centre d'inertie à l'instant t2

La vitesse moyenne v_m entre les points M1 et M2 est donnée par la relation : $v_m = \frac{M1M2}{\Delta t} = \frac{x2-x1}{t2-t1}$

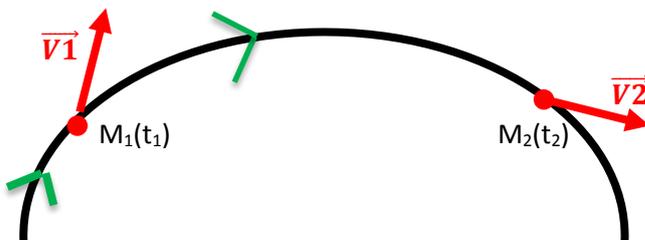
Δt : intervalle de temps pour passer de M1 à M2

La vitesse moyenne ne donne aucune indication sur la trajectoire du point M.

Pour obtenir des informations sur la trajectoire, on définit des vecteurs vitesses qui ont les caractéristiques suivantes :

- point d'application : c'est le point M à l'instant t
- direction : le vecteur vitesse est toujours tangent à la trajectoire
- sens : le sens du vecteur vitesse est celui de la trajectoire.
- norme : le vecteur vitesse a une longueur égale à sa valeur à l'instant t

Ex :



III/L'accélération :

L'accélération d'un objet est notée **a** et correspond à la variation de vitesse par unité de temps.

A l'instant t1, l'objet est à la position M1 et possède une vitesse v1.

A l'instant t2, l'objet est à la position M2 et possède une vitesse v2.

L'accélération de l'objet entre les points M1 et M2 est donné par : $a = \frac{v2-v1}{t2-t1}$ ($a = m \cdot s^{-2}$)

IV/Mouvement de translation :

a)Définition :

Un solide est en translation si le segment formé par deux points quelconques du solide reste parallèle à lui-même au cours du temps.

b) Les différents mouvements de translation :

Le mouvement de translation rectiligne est caractérisé par une trajectoire sous forme de droite.

Un mouvement de translation uniforme est caractérisé par le fait que la vitesse reste constante.

Si le mouvement d'un objet possède une vitesse qui augmente, on parle d'un mouvement accéléré.

Si le mouvement d'un objet possède une vitesse qui diminue, on parle d'un mouvement décéléré.

c)Relation entre accélération, vitesse, distance et temps :

Si un objet se déplace suivant un mouvement rectiligne avec une accélération de valeur **a** et une vitesse initiale **v₀**, alors, au bout d'un intervalle de temps **Δt**, la distance parcourue et la vitesse **v** atteinte par l'objet sont données par :

$$V = a \cdot \Delta t + v_0$$

$$d = \frac{1}{2} a \cdot (\Delta t)^2 + v_0 \cdot \Delta t$$

d : distance en m

v : vitesse en m.s⁻¹

Δt : intervalle de temps en seconde

Ex : Chute libre :

$$a = 9.81 \text{ m.s}^{-1}$$

$$\text{vitesse initiale : } v_0 = 0 \text{ m.s}^{-1}$$

Calculer la vitesse et la distance parcourue au bout de 10s.

$$v = a \cdot \Delta t + v_0 = 9.81 \cdot 10 + 0 = 98.1 \text{ m.s}^{-1}$$

$$d = \frac{1}{2} a (\Delta t)^2 + v_0 \cdot \Delta t = \frac{1}{2} \cdot 9.81 \cdot 10^2 + 0 \cdot 10 = 490.5 \text{ m}$$

V/ Mouvement de rotation:

1) Vitesse angulaire :

Si un objet en rotation tourne d'un angle **θ** pendant un intervalle de temps **Δt**, alors sa vitesse angulaire **Ω** est définie

$$\text{par : } \Omega = \frac{\theta}{\Delta t}$$

Ω en rad.s⁻¹

θ en rad

Δt en seconde

Remarque :

Il existe deux autres unités de vitesse angulaire : les tr.min⁻¹ et les tr.s⁻¹

*n en tr.min⁻¹

Ω en rad.s⁻¹ alors

$$\Omega = \frac{2\pi}{60} * n$$

n en tr.min⁻¹

*n en tr.s⁻¹

Ω en rad.s⁻¹ alors

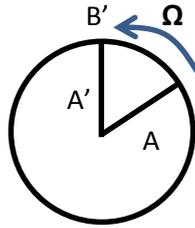
$$\Omega = 2\pi * n$$

n en tr.s⁻¹

Remarque :

Si un objet tourne à la vitesse angulaire Ω , alors tous les points de l'objet tournent à la vitesse angulaire Ω .

2) Vitesse linéaire et vitesse angulaire :



La vitesse angulaire Ω_A du point A et Ω_B du point B sont identiques $\Omega_A = \Omega_B$

La vitesse linéaire v_A du point A est plus faible que la vitesse linéaire du point B.

En effet le point B parcourt une distance plus longue que celle du point A.

La vitesse linéaire v d'un point en rotation à la vitesse angulaire Ω est donnée par

$$v = R * \Omega$$

v en $m.s^{-1}$

R en m

Ω en rad

R est le rayon entre le point et l'axe de rotation.

Remarque :

Si on considère deux points A et B situés à une distance R_A et R_B de l'axe de rotation d'un objet tournant à la vitesse angulaire Ω , alors on peut écrire :

$$\Omega_A = \Omega_B \quad \frac{v_A}{R_A} = \frac{v_B}{R_B}$$

VI/Energies liées aux mouvements :

Il existe plusieurs types d'énergies aux différents mouvements.

1) L'énergie cinétique :

C'est l'énergie liée à la vitesse.

On la note E_c et s'exprime en Joule(J)

Suivant la nature du mouvement, l'expression de l'énergie cinétique change.

Pour un mouvement de translation, E_c s'exprime sous la forme :

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

m : masse du solide en translation en kg

v : vitesse du solide en translation en $m.s^{-1}$

Pour un mouvement de rotation, E_c s'exprime sous la forme :

$$E_c = \frac{1}{2} J \omega^2$$

ω : vitesse angulaire en $rad.s^{-1}$

J : moment d'inertie du solide en rotation ($kg.m^2$)

Le moment d'inertie J dépend de la forme du solide et de sa masse.

Ex : Pour un cylindre plein de rayon R et de masse m , le moment d'inertie J est égale à : $J = \frac{1}{2} m R^2$

2) L'énergie potentielle :

L'énergie potentielle est l'énergie liée à l'altitude de l'objet en mouvement. On la note E_p et s'exprime en **Joule(J)**

Le centre de gravité G de l'objet à une altitude h par rapport au sol.

L'énergie potentielle E_p s'exprime alors sous la forme :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

L'énergie potentielle est une énergie qui peut être restitué sous la forme d'énergie cinétique et inversement.

3) L'énergie mécanique :

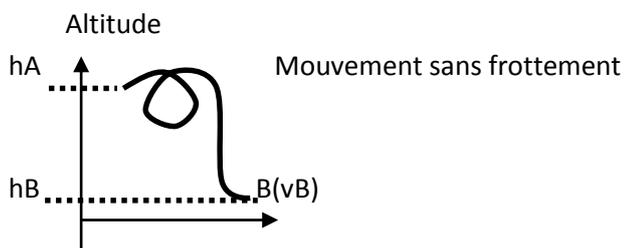
On définit l'énergie mécanique notée E_M par la somme de l'énergie cinétique E_c et de l'énergie potentielle E_p

$$E_M = E_c + E_p$$

L'unité de **EM** est le joule.

Propriété de l'énergie mécanique :

Lorsque le mouvement d'un solide s'effectue sans frottements, alors l'énergie mécanique au solide se conserve.



On peut donc dire que :

$$E_M(A) = E_M(B)$$

Cette relation est valable quel que soit le mouvement tant qu'il s'effectue sans frottement la relation peut aussi

s'écrire : $E_{cA} + E_{pA} = E_{cB} + E_{pB}$

$$\frac{1}{2}(v_A^2 - v_B^2) = -g(h_A - h_B)$$

Puissance mécanique perdue par les frottements :

Si un objet parcourt un trajet entre le point A et le point B en subissant des frottements, la puissance P perdue à cause des frottements s'exprime sous la forme :

$$P = \frac{E_M(B) - E_M(A)}{t_B - t_A}$$

$E_M(B) - E_M(A)$: énergie mécanique du point A et du point B

t_A ; t_B : instant correspondant à la position A et à la position B du solide.