

Cours N° 3 :

*Le mouvement***Introduction :**

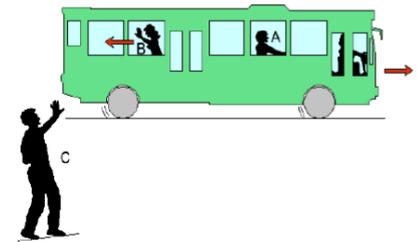
Le mouvement d'un corps n'est pas le même pour tous les observateurs. Pour décrire la trajectoire d'un mobile, il est nécessaire de préciser le solide de référence par rapport auquel le mouvement est étudié. La vitesse du déplacement fournit également des renseignements importants.

- Comment peut-on décrire un mouvement ?
- La vitesse d'un corps possède certainement des informations sur le mouvement, comment ? et quelles sont ses caractéristiques ?

**1. Relativité du mouvement :**Activité :

Un bus roule lentement dans une ville. Ahmed (A) est assis dans le bus, Basma (B) marche dans l'allée vers l'arrière du bus pour faire des signes à Charif (C) qui est au bord de la route.

1. Compléter le tableau ci-dessous en disant si X est en mouvement ou immobile par rapport à Y :



Y \ X	(A)	(B)	(C)	Le bus
(A)	immobile	en mouvement	en mouvement	immobile
(B)	en mouvement	immobile	en mouvement	en mouvement
(C)	en mouvement	en mouvement	immobile	en mouvement
Le bus	immobile	en mouvement	en mouvement	immobile
La route	en mouvement	en mouvement	immobile	en mouvement

2. Que nécessite l'étude d'un mouvement ?

L'étude des concepts de mouvement ou de repos nécessite de déterminer le corps de référence par rapport auquel elle s'effectue.

Conclusion :

- Le mouvement d'un corps ne peut être étudié que par rapport à un solide de référence (référentiel). L'état de mouvement ou de repos d'un corps dépend du référentiel choisis.
- On dit qu'un corps est en mouvement par rapport à un autre corps pris comme référentiel si sa position change par rapport à ce référentiel.

1. Référentiel :

Le référentiel est un corps solide indéformable et fixe par rapport auquel on étudie le mouvement d'un corps. Exemple de référentiel :

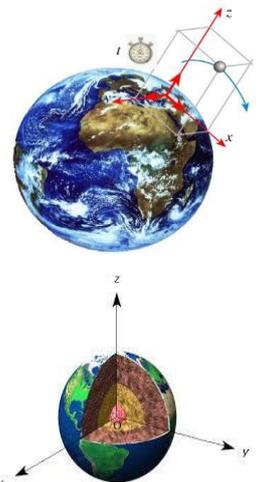
- Référentiel terrestre :

Il est construit à partir de n'importe quel solide de référence lié à la terre (le solide doit être fixe par rapport à la terre).

On les utilisera pour étudier tout mouvement à la surface de la terre.

- Référentiel géocentrique :

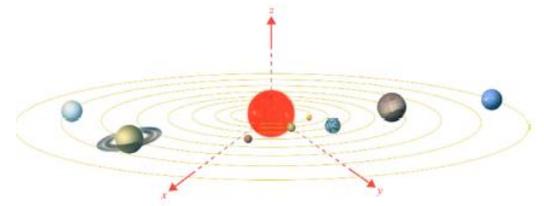
Il est défini par le centre de la terre et 3 axes dirigés vers 3 étoiles lointaines (Deux de ces étoiles sont l'étoile Polaire et Beta du Centaure). On considère que ce sont des étoiles fixes, les axes sont donc fixes. Il est utilisé pour décrire le mouvement de la lune ou des satellites artificiels.



- Référentiel héliocentrique :

Le référentiel héliocentrique est défini par le centre de gravité du soleil et des étoiles lointaines considérées comme fixes (ces 3 axes sont dirigés vers les mêmes étoiles lointaines que pour le référentiel géocentrique).

Il est utilisé pour décrire le mouvement des astres du système solaire.



2. Repérage de mouvement :

Pour décrire avec précision le mouvement d'un point il faut déterminer un repère d'espace et un repère de temps.

a. Repère d'espace :

Pour repérer la position du mobile dans le référentiel choisi on utilise un repère d'espace. C'est un système d'axes muni d'une base constituée de 1, 2 ou 3 vecteurs unitaires et un point origine O lié au référentiel.

mouvement	mouvement rectiligne	mouvement dans le plan	mouvement dans l'espace
repère d'espace			
	$R(O, \vec{i})$	$R(O, \vec{i}, \vec{j})$	$R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$
vecteur position	$\vec{OM} = x \cdot \vec{i}$	$\vec{OM} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j}$	$\vec{OM} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$
module	$OM = x $	$OM = \sqrt{x^2 + y^2}$	$OM = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$

x (l'abscisse), y (l'ordonnée) et z (la cote) sont les coordonnées du vecteur position dans le repère R orthonormé. Lorsque le point M se déplace, les coordonnées (x,y,z) varient avec le temps.

b. Repère de temps :

- Pour décrire le mouvement d'un point du corps, il faut déterminer les dates des moments pendant lesquels ce point occupe certaines positions.

- La date est le moment précis où un événement s'est produit. Pour le déterminer, il est nécessaire de définir un repère de temps qu'est constitué d'une origine arbitraire (prend la valeur $t=0$) et un sens positif orienté du passé vers la future. L'unité du temps est la seconde s.

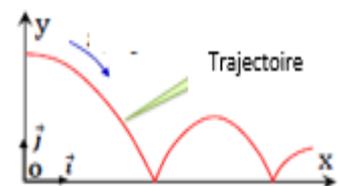
- On associe à chaque position de point M du solide un instant ou une date t.

- La durée est l'intervalle de temps entre le début et la fin d'un événement (elle est toujours positive) : $\Delta t = t_f - t_i$

3. Trajectoire :

La trajectoire d'un point est l'ensemble des positions successives que ce point occupe au cours de son mouvement.

- Si la trajectoire est une droite, le mouvement est rectiligne.
- Si la trajectoire est un cercle, le mouvement est circulaire.
- Si la trajectoire est une courbe, le mouvement est curviligne.



Remarque : La trajectoire d'un point dépend du référentiel d'étude.

2. La vitesse :

1. La vitesse moyenne :

La vitesse moyenne V_m d'un mobile est le quotient de la distance parcourue d par la durée de parcourt Δt :

- d : la distance parcourue (en m)
- Δt : la durée du parcours (en s)
- V_m : la vitesse moyenne (en $m \cdot s^{-1}$)

$$V_m = \frac{d}{\Delta t}$$

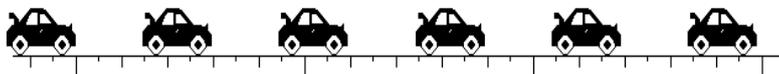
3. Mouvement rectiligne uniforme :

1. Définition :

Un solide est animé d'un mouvement rectiligne uniforme si et seulement si le vecteur vitesse est constant $\vec{V} = \overrightarrow{ct\vec{e}}$. (garde la même direction, le même sens et la même norme) au cours du mouvement.

Remarque :

Lors d'un mouvement rectiligne uniforme, la vitesse instantanée est égale à la vitesse moyenne $V=V_m$



2. Équation horaire du mouvement rectiligne uniforme :

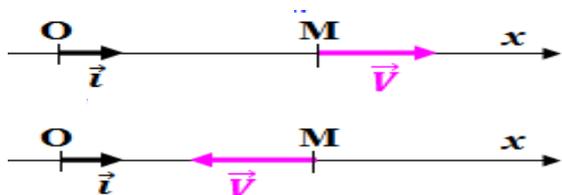
L'équation horaire du mouvement rectiligne uniforme est la relation entre x l'abscisse d'un point du corps mobile dans le repère d'espace (O, \vec{i}) et t la date d'observée le point du corps mobile dans le repère de temps (les deux repères sont associés au référentiel), c.-à-d. l'équation de la fonction affine $x=(t)$, on l'exprime sous la forme :

- $x(t)$: l'abscisse du point mobile à l'instant t .
- x_0 : l'abscisse du mobile à l'origine du temps $t_1 = 0$.
- V_x : le coordonnée du vecteur vitesse instantanée.

$x(t) = V_x \cdot t + x_0$

Remarque :

- Si le mobile se déplace dans le même sens que l'axe Ox : $V_x = +V$.
- Si le mobile se déplace dans le sens contraire que l'axe Ox : $V_x = -V$.



Application 3 :

Au cours du mouvement rectiligne d'un autoporteur (S), on a obtenu l'enregistrement suivant :



L'intervalle du temps qui sépare deux points consécutifs est $\tau = 40$ ms.

1. Quelles la nature du mouvement de (S) ?

2. Déterminer la valeur de la vitesse de (S) à la position M_2 .

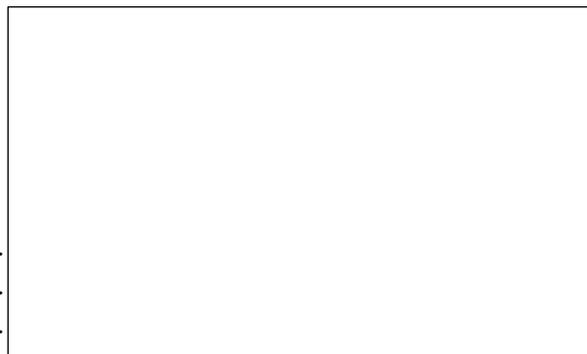
3. Compléter le remplissage du tableau sachant qu'à l'instant $t=0$ le mobile passe par la position M_2 .

Position M_i	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
Abscisse x (cm)						
Date t (s)						

4. Tracer la courbe $x = f(t)$ à l'échelle suivante :

- o Axe des abscisses : 1cm \rightarrow 0,04 s
- o Axe des dates : 1cm \rightarrow 0,01 m

5. Déduire l'équation horaire du mouvement.



4. Mouvement circulaire uniforme :

1. Définition :

Le mouvement d'un point mobile est dite circulaire uniforme si la trajectoire est circulaire et la valeur de la vitesse instantanée est constante.

2. Vitesse angulaire :

La vitesse angulaire est la vitesse de rotation d'un point.

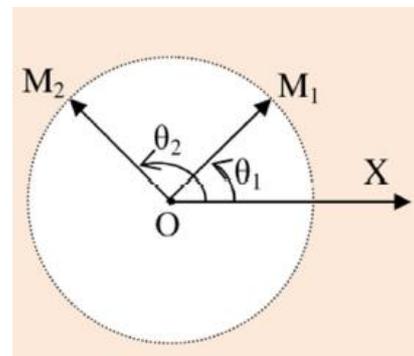
Soit un point M décrivant une trajectoire circulaire de rayon R.

le vecteur position \overrightarrow{OM} du point balaie un angle θ pendant la durée Δt .

La vitesse angulaire moyenne est :

$$\begin{cases} \theta & \text{en radian (rad)} \\ \Delta t & \text{en seconde} \\ \omega & \text{en rad.s}^{-1} \end{cases}$$

$$\omega = \frac{\theta}{\Delta t}$$



✓ Relation entre longueur de l'arc et l'angle de rotation :

$$e = R \cdot \theta \quad \begin{cases} e & \text{est la longueur de l'arc en m} \\ R & \text{le rayon en mètres} \\ \theta & \text{est l'angle de rotation en rad} \end{cases}$$

✓ Relation entre vitesse instantanée et vitesse angulaire :

$$V = R\omega \quad \begin{cases} V & \text{est la vitesse instantanée en m.s}^{-1} \\ R & \text{est la distance entre le point et l'axe de rotation en mètres} \\ \omega & \text{est la vitesse angulaire en rad.s}^{-1} \end{cases}$$

3. Période et fréquence :

a. Période :

La période est la durée pour effectuer un tour complet de la trajectoire circulaire à vitesse constante.

L'unité de période en (S.I) est la seconde (s).

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

b. Fréquence :

La fréquence est le nombre des tours complets dans une seconde.

L'unité de fréquence est Hertz (Hz) (1Hz correspond un tour dans une seconde).

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{ou} \quad f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Application 4 :

Le plateau d'un tourne-disque a un diamètre $d=30,0$ cm et tourne à 33,3 tours/min.

1. Quelle est la nature du mouvement d'un point du plateau dans le référentiel terrestre.

.....

2. Trouver la vitesse angulaire du plateau dans le référentiel terrestre en rad/s.

.....

3. Calculer la vitesse linéaire d'un point de la périphérie du plateau dans le référentiel terrestre.

.....

4. Calculer la période et la fréquence de ce mouvement.

.....

5. Quelle est la distance parcourue par un point de la périphérie du plateau en 5 minutes.

.....