Mouvements et forces

soutienscolaire@monsieurtahar.com

CHAPITRE 6

CHAPITRE 6 MOUVEMENTS ET FORCES

I Description d'un mouvement

1) Le système

Le système est l'objet dont on étudie le mouvement. Pour simplifier l'étude, on modélise le système par un point de même masse, situé au centre de gravité de l'objet. C'est le modèle du point matériel.

Les différents points d'un système n'ont pas tous le même mouvement. En réduisant le système à un point, certaines informations sont donc perdues. Cela permet toutefois de décrire le déplacement global de l'objet.

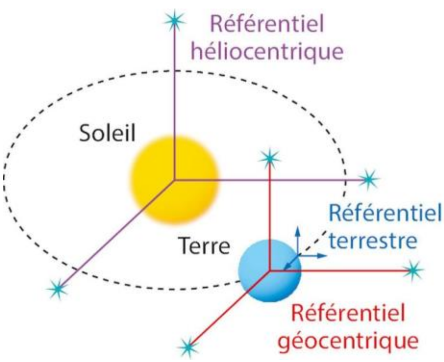
2) Le référentiel

Le mouvement d'un système ne peut être défini que par rapport à un point que l'on prend comme référence : le référentiel. La notion de mouvement est relative à l'objet par rapport auquel on l'étudie.

Un référentiel est un objet de référence par rapport auquel on étudie le mouvement d'un système. La description du mouvement dépend du référentiel choisi.

Il existe des référentiels particuliers et « pratiques » :

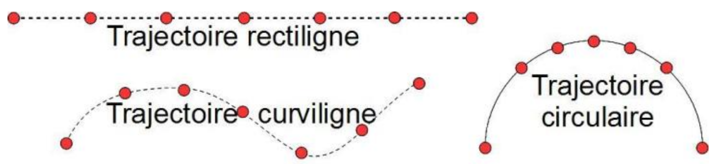
- Le référentiel terrestre, lié à la surface de la Terre, adapté à l'étude des mouvements d'objets sur la Terre.
- Le référentiel géocentrique, lié au centre de la Terre, adapté à l'étude des mouvements de la Lune ou de satellites artificiels.
- Le référentiel héliocentrique, lié au centre du Soleil, adapté à l'étude des mouvements des planètes.



3) La trajectoire

La trajectoire d'un point est la courbe formée par l'ensemble des positions successives occupées par le point au cours du mouvement.

Une trajectoire peut être rectiligne (droite), circulaire (cercle) ou curviligne (ni une droite ni un cercle).



II Le vecteur vitesse

1) Valeur du vecteur vitesse

On peut décomposer la trajectoire d'un point en une succession de positions M_0, M_1, M_2, … , M_i, M_{i+1}. La vitesse en chaque point peut être différente et est assimilée à la vitesse moyenne du système entre deux positions très proches M_{i-1} et M_{i+1}.

La valeur de la vitesse v_i au point M_i se calcule par :

$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{\Delta t}$$

v_i : vitesse au point M_i en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)
$M_{i-1}M_{i+1}$: distance entre les points M_{i-1} et M_{i+1} en mètre (m)
Δt : intervalle de temps séparant les deux positions M_{i-1} et M_{i+1} en seconde (s)

Pour calculer la distance entre les points M_{i-1} et M_{i+1} (longueur du segment $[M_{i-1}M_{i+1}]$), on peut :

- la mesurer directement sur la chronophotographie, en tenant bien sûr compte de l'échelle ;
- utiliser les coordonnées des différentes positions .

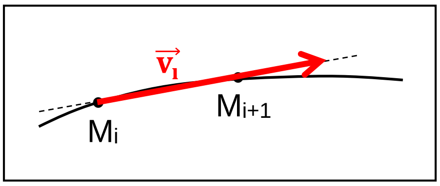
Remarque : la vitesse est toujours positive. Si on utilise la méthode des coordonnées, il faut suivant les cas utiliser une valeur absolue dans la soustraction des coordonnées.

Exemple : La vitesse au point M_5 se calcule par : $v_5 = \frac{M_4M_6}{\Delta t}$

2) Caractéristiques du vecteur vitesse

La vitesse de chaque point M_i est représentée par un vecteur appelé **vecteur vitesse, noté $\vec{v_i}$**.

Le vecteur vitesse $\vec{v_i}$ au point M_i est défini par : $\vec{v} = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{\Delta t}$



Il a les caractéristiques suivantes :

- Point d'application : le point M_i.
- Direction : tangente à la trajectoire, dirigé suivant $\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$

En effet, la relation précédente peut également s'écrire : $\vec{v_i} = \frac{1}{\Delta t} \times \overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$. Cela implique que les vecteurs $\vec{v_i}$ et $\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$ sont colinéaires (ils ont la même direction), puisqu'il existe une relation entre eux du type : $\vec{u} = k \times \vec{v}$.

- Sens : celui du mouvement.
- Norme (longueur de la flèche) : proportionnelle à la valeur de la vitesse. Il faut donc utiliser une échelle de vitesse pour représenter ce vecteur vitesse.

III Le vecteur variation de vitesse

Lors d'un mouvement, le vecteur vitesse $\vec{v_i}$ d'un système peut varier en direction, en sens ou en valeur.

Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ d'un système entre les positions M_i et M_{i+1} est défini par :

$$\Delta\vec{v_i} = \vec{v_{i+1}} - \vec{v_{i-1}}$$

Ce vecteur s'applique au point M_i.

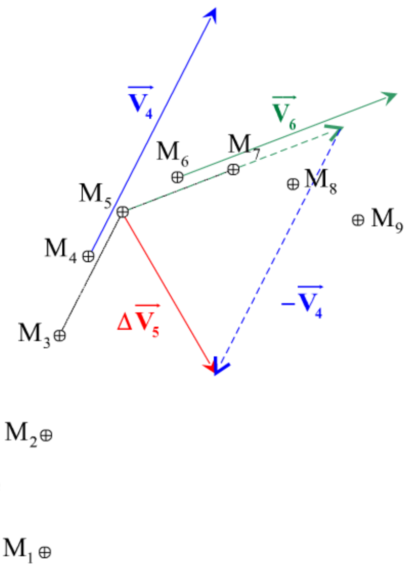
Comment construire le vecteur $\overrightarrow{\Delta V_5} = \overrightarrow{V_6} - \overrightarrow{V_4}$?

Tracer les vecteurs vitesses $\overrightarrow{V_4}$ et $\overrightarrow{V_6}$.

Au point M_5 , reconstruire le vecteur $\overrightarrow{V_6}$.

Construire le vecteur $-\overrightarrow{V_4}$ depuis l'extrémité du vecteur $\overrightarrow{V_6}$ reconstruit juste avant.

Le vecteur $\overrightarrow{\Delta V_5}$ est le vecteur qui joint l'origine de $\overrightarrow{V_6}$, point M_5 ,à l'extrémité de $-\overrightarrow{V_4}$.



IV Relation entre forces et variation du vecteur vitesse

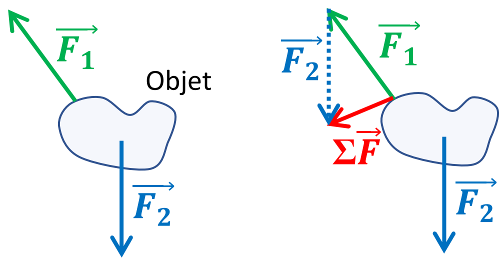
1) Somme des forces appliquées à un système

Un système soumis à plusieurs forces se comporte comme s'il ne subissait qu'une force unique.
La somme des forces est notée $\Sigma\vec{F}$. « Σ » est la lettre grecque sigma majuscule, elle représente la somme. « $\Sigma\vec{F}$ » se lit : « sigma des forces ».

La somme des forces $\Sigma\vec{F}$ se calcule en additionnant toutes les forces exercées sur le système :

$$\Sigma\vec{F} = \vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \ldots$$

On construit géométriquement la somme des forces en mettant « bout à bout » tous les vecteurs représentant les forces exercées sur le système.



Remarque : La somme des forces ne nomme également « résultante des forces ».

Quand le système subit des forces dont la somme est nulle ($\Sigma\vec{F} = \vec{0}$), on dit que les forces subies par le système **se compensent**.

2) Expression approchée de la deuxième loi de Newton

Une force appliquée sur un système peut modifier son vecteur vitesse.

Si un système de masse m est soumis à une ou plusieurs forces, le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de ce système pendant la durée Δt et la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ sont reliés de façon approchée par :

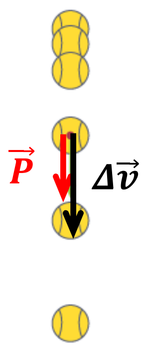
$$\Sigma\vec{F} = m\,\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$$

$\Sigma\vec{F}$: valeur en newton (N)
m : masse en kilogramme (kg)
$\Delta\vec{v}$: valeur en mètre par seconde (m.s^{-1})
Δt : intervalle de temps en seconde (s)

Cette expression approchée de la 2 ième Loi de Newton inclut la 1ère Loi de Newton (vue en seconde)

Si $\Sigma\vec{F} = \vec{0}$ alors soit le système est au repos soit il est animé d'un mouvement rectiligne unforme.

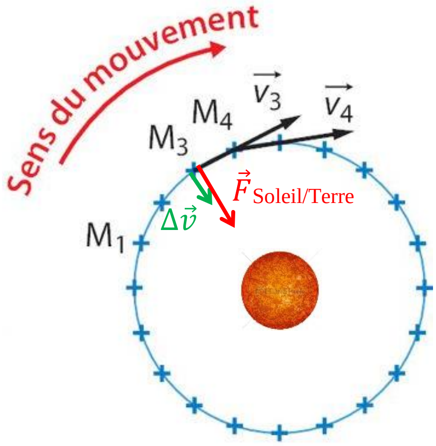
Les vecteurs $\Sigma\vec{F}$ et $\Delta\vec{v}$ sont colinéaires (même direction) et de même sens (car la masse est positive).



Exemples :

- Lors du mouvement de chute libre d'une balle, la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ est égale au poids $\vec{P}$ de direction verticale et orienté vers le bas. Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de la balle est alors lui aussi vertical et orienté vers le bas.

- Lors du mouvement circulaire et uniforme de la Terre autour du Soleil, $\Sigma\vec{F}$ est égale à la force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}_{\text{Soleil/Terre}}$ dirigée vers le Soleil.
  Le vecteur variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ de la Terre est alors lui aussi dirigé vers le Soleil.



V Le rôle de la masse du système

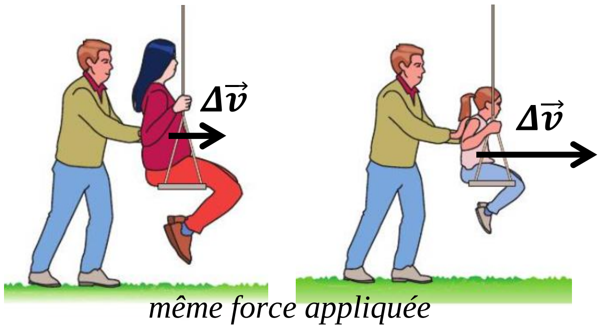
On définit l'inertie comme la tendance d'un corps à conserver sa vitesse.

Plus la masse d'un objet est grande, plus son inertie est grande, plus il faudra fournir de force pour le mettre en mouvement.

En effet, dans la relation précédente, la somme des forces $\Sigma\vec{F}$ qui s'appliquent à un système est proportionnelle à $\Delta\vec{v}$ mais également à la masse *m* du système.

Si on exerce une même force sur deux systèmes de masses différentes, plus la masse est grande, plus la valeur de son vecteur variation de vitesse est petite.

Pour obtenir la même variation de vitesse $\Delta\vec{v}$ pour deux systèmes de masses différentes, il faut exercer sur le système le plus lourd une somme des forces de plus grande valeur.



même force appliquée