

I Description d'un mouvement

1) Le système

Le système est
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

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.

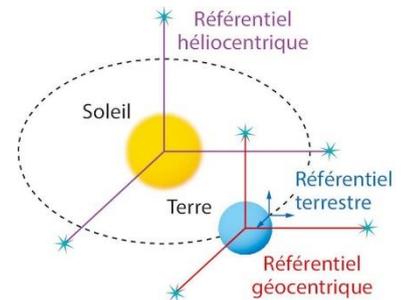
2) Le référentiel

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

Un référentiel est
La description du mouvement

Il existe des référentiels particuliers et « pratiques » :

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



3) La trajectoire

La trajectoire d'un point est la

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



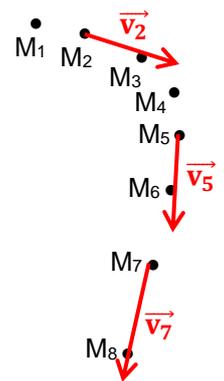
II Le vecteur vitesse

1) Valeur du vecteur vitesse

On peut décomposer la trajectoire d'un point en une succession de positions $M_1, M_2, \dots, M_{i-1}, M_i, M_{i+1}, \dots$. On obtient sa

La vitesse en chaque point peut être différente et est assimilée à la vitesse moyenne du système entre deux points les plus proches possibles : le point M_{i-1} « juste avant M_i » et le point M_{i+1} « juste après M_i ».

La durée entre deux points est constante sur une chronophotographie. On la note Δt . Entre les points M_{i-1} et M_{i+1} , il s'écoule la durée :



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

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 des longueurs ;
- utiliser les coordonnées des différentes positions (voir TP).

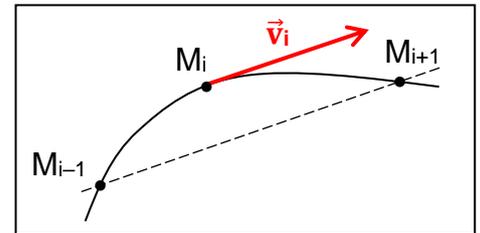
Remarque : la vitesse est toujours positive. Si on utilise la méthode des coordonnées, il faut suivant les cas utiliser une valeur absolue dans la soustraction des coordonnées.

Exemple : La vitesse au point M_5 se calcule par : $v_5 =$

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 :



Il a les caractéristiques suivantes :

- Point d'application :
- Direction :
....., il s'agit de la tangente à la trajectoire au point M_i .
- Sens :
- Norme (longueur de la flèche en **cm**) :
(en $m.s^{-1}$). Il faut donc utiliser une échelle des vitesses pour représenter ce vecteur vitesse.

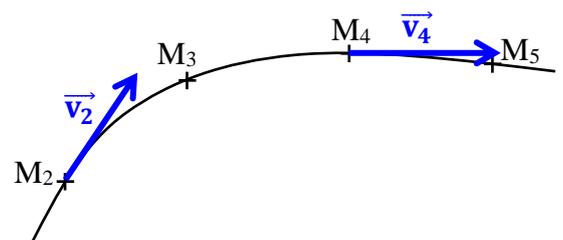
III Le vecteur variation de vitesse

Lors d'un mouvement, le vecteur vitesse \vec{v} d'un système peut varier en direction, en sens ou en valeur. Pour traduire cette variation, on peut construire le au point M_i , en utilisant la vitesse \vec{v}_{i-1} au point M_{i-1} et la vitesse \vec{v}_{i+1} au point M_{i+1} . Ce vecteur s'applique

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

Exemple : Pour représenter $\Delta\vec{v}_3 =$
par construction géométrique, il faut :

- Tracer les vecteurs vitesse \vec{v}_2 et \vec{v}_4 aux points M_2 et M_4 .
 - Recopier le vecteur \vec{v}_4 en partant du point M_3 .
 - En partant de l'extrémité du vecteur \vec{v}_4 , tracer le vecteur $-\vec{v}_2$ en « retournant » le vecteur \vec{v}_2 .
 - Le vecteur $\Delta\vec{v}_3$ se trouve entre le point de départ du vecteur \vec{v}_4 et l'extrémité du vecteur $-\vec{v}_2$.
- Attention : il faut bien tracer le vecteur $\Delta\vec{v}_3$ au point M_3 .



IV Relation entre forces et variation du vecteur vitesse

1) Somme des forces appliquées à un système

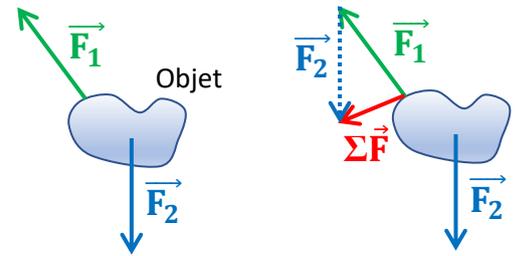
Un système soumis à plusieurs forces se comporte comme s'il ne subissait qu'une force unique. La somme des forces est notée « Σ » est la lettre grecque sigma majuscule, elle représente la somme. « $\Sigma \vec{F}$ » se lit : « ».

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

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 se nomme également « ».

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



2) Expression approchée de la deuxième loi de Newton

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

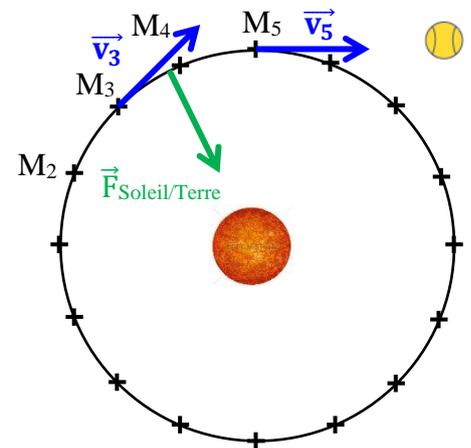
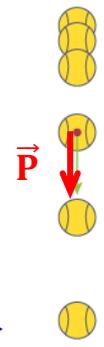
Si un système de masse m est soumis à une ou plusieurs forces, le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ de ce système pendant la durée Δt et la somme des forces $\Sigma \vec{F}$ sont reliés de façon approchée par :

- ΣF : valeur en newton (N)
- m : masse en kilogramme (kg)
- Δv : valeur en mètre par seconde ($m.s^{-1}$)
- Δt : intervalle de temps en seconde (s)

Les vecteurs $\Sigma \vec{F}$ et $\Delta \vec{v}$ ont la et le (car la masse est positive). Les valeurs de ΣF et de Δv sont

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
- Lors du mouvement circulaire et uniforme de la Terre autour du Soleil, la somme des forces $\Sigma \vec{F}$ 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



Remarque : Cette relation aboutira à la deuxième loi de Newton vue en Terminale spécialité.

3) Utilisation de la relation

- Du mouvement aux forces

Lorsque le mouvement du système est connu, la variation du vecteur vitesse permet d'estimer
, en connaissant leur direction, leur sens et leur valeur.

- Du mouvement aux forces

Quand on connaît les forces qui s'appliquent sur le système, on peut en déduire leur somme $\Sigma \vec{F}$, puis estimer
 En effet, on peut écrire la relation sous la forme :

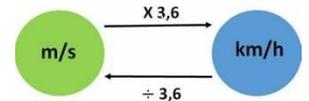
.....

Exercice :

On étudie le mouvement d'un palet de hockey lors d'un tir. A l'instant initial, le palet est immobile. A l'issue du tir, la vitesse du palet est de 140 km.h^{-1} . La masse du palet est : $m = 170 \text{ g}$.

La force exercée par le joueur sur le palet s'exerce pendant une durée $\Delta t = 0,10 \text{ s}$. On néglige les forces de frottement et le poids du palet.

Déterminer la valeur de la force exercée par le joueur sur le palet lors du tir.



.....

V Le rôle de la masse du système

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

.....

En effet, dans la relation précédente, la qui s'appliquent à un système est proportionnelle à $\Delta \vec{v}$ mais également du système.

Si on exerce une même force sur deux systèmes de masses différentes,

.....

Pour obtenir la même variation de vitesse $\Delta \vec{v}$ pour deux systèmes de masses différentes,

.....



même force appliquée