

Chapitre 4. Deuxième loi de Newton 1/2



ACQUIS INDISPENSABLES

1- Le **vecteur vitesse** $\vec{v}_i$ au point M_i peut être déterminé comme le rapport entre le **vecteur variation de position** $\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}$ et la **variation de temps** (ou durée) $\Delta t = t_{i+1} - t_{i-1}$:

$$\vec{v}_i = \frac{\overrightarrow{M_{i-1}M_{i+1}}}{\Delta t}$$

2- La **résultante des forces** $\Sigma \vec{F}$ est proportionnelle à la **variation de vitesse** $\Delta \vec{v}$ divisée par la **variation de temps** Δt :

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

3- Le **principe d'inertie** dit que si la **somme des forces** est nulle alors la **vitesse** est constante :

$$\Sigma \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} \text{ constant} \Leftrightarrow \Delta \vec{v} = \vec{0}$$

Si la **somme des forces** est non nulle alors la **vitesse** varie en fonction des forces appliquées :

$$\Sigma \vec{F} \neq \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} \text{ varie} \Leftrightarrow \Delta \vec{v} \neq \vec{0}$$



COURS

4- Le **centre de masse** G d'un système est le point où se situe la position moyenne de la masse du système. Si le système est homogène, le centre de masse se situe au centre géométrique. Le **centre de masse** d'un système correspond au point qui décrit la trajectoire la plus simple lorsque le système est en mouvement.

Exemples : centre de masses de différents objets.

5- Par définition, un **référentiel** est dit **galiléen** si le principe d'inertie (ou 1^{re} loi de Newton) y est vérifié. Tout **référentiel** en mouvement de translation accéléré ou ralenti, ou en rotation par rapport à un référentiel galiléen n'est pas lui-même galiléen.

Exemples : référentiel héliocentrique référentiel géocentrique (pour qqs h) référentiel terrestre (pour qqs min)

6- La **deuxième loi de Newton** dit que pour un système de masse constante, dans un référentiel galiléen, la **somme vectorielle** (résultante) des **forces** $\Sigma \vec{F}$ qui s'applique sur le système est égale au produit de la **masse** m de ce système par l'**accélération** $\vec{a}_G$ du centre de masse du système :

$$\Sigma \vec{F}_{\text{ext/sys}} = m \vec{a}_G$$

7- Un système est à l'**équilibre** dans un référentiel galiléen si et seulement si le vecteur **accélération** de son centre de masse $\vec{a}_G$ est nul et le vecteur **vitesse** du centre de masse $\vec{v}_G$ est nul. Ainsi, d'après la deuxième loi de Newton, la résultante des forces est nulle :

$$\vec{a}_G = \vec{0} \text{ et } \vec{v}_G = \vec{0} \Rightarrow \Sigma \vec{F}_{\text{ext/sys}} = \vec{0}$$



8- Applications :

- Des **forces** à l'**accélération** :

- Représenter à l'échelle, les forces et tracer la résultante des forces.
- Appliquer la deuxième loi de Newton afin de déterminer le vecteur accélération.

Exemple : détermination de l'accélération pour un mobile modélisé par un ressort de constante de raideur $k = 20 \text{ N.m}^{-1}$ étiré d'une distance $h = 10 \text{ cm}$ par rapport à sa longueur à vide. La masse au bout du ressort est de $m = 150 \text{ g}$.

- De l'**accélération** aux **forces** :

- Déterminer (à l'aide d'une chronophotographie, de données de vitesses, d'une courbe $v = f(t)$...) les caractéristiques du vecteur accélération.
- Appliquer la deuxième loi de Newton afin de déterminer la résultante des forces.
- Par projection sur un ou deux axes, en déduire les valeurs de certaines forces.

Exemple : calcul des frottements pour une voiture avec son chauffeur de masse $m = 1000 \text{ kg}$ en mouvement rectiligne uniforme qui freine brusquement. On mesure tous les $\tau = 0,50 \text{ s}$. À t_3 on mesure une variation de vitesse de $3,6 \text{ m.s}^{-1}$.

Exemple : bilan des forces et estimation des frottements pour un skieur en descente.