

La 1^{re} loi de Newton : le principe d'inertie

Avant d'étudier le mouvement d'un système, il est nécessaire de définir le point matériel associé au système. La 1^{re} loi de Newton énonce le principe d'inertie et permet de définir la contraposée du principe d'inertie.

A Le modèle du point matériel

Un système mécanique qu'il est possible de modéliser par un point et auquel est associée une masse est appelé point matériel. Il s'agit souvent d'un système dont les dimensions sont petites par rapport aux distances caractéristiques du mouvement étudié.

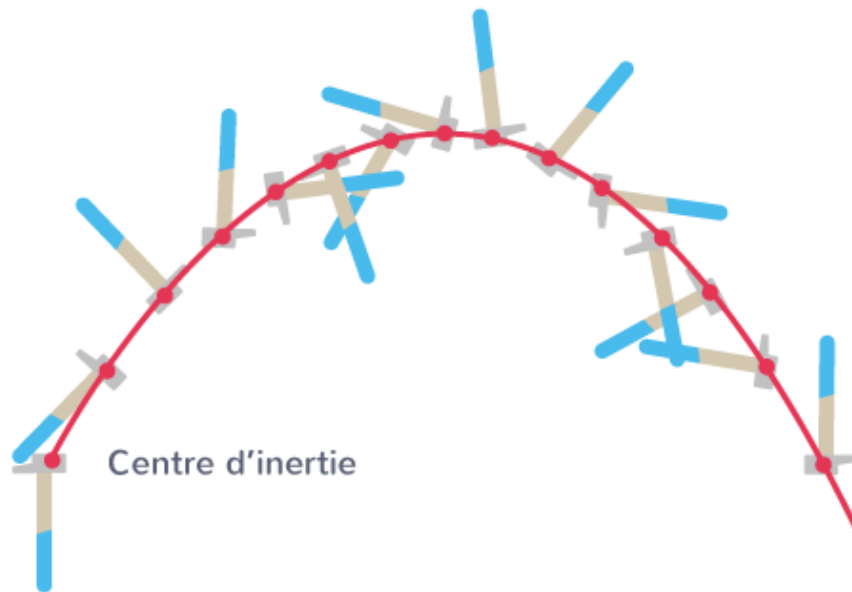
PROPRIÉTÉ

Lorsque les dimensions du système sont petites devant les distances caractéristiques du mouvement étudié, il est possible de limiter l'étude de son mouvement à celle d'un seul point auquel on associe la masse du système, on parle de **point matériel**. Le plus souvent, le point choisi est le centre de gravité G du système. L'étude du mouvement est alors simplifiée, les déformations et les mouvements de rotation autour du centre de gravité étant alors négligés.

EXEMPLE



Lors du mouvement d'un marteau, le point matériel choisi est le centre de gravité. C'est le point qui a le mouvement le plus simple. Le choix de ce point permet de négliger la rotation du marteau autour de son centre de gravité.



Mouvement du centre de gravité d'un marteau

B L'énoncé du principe d'inertie

L'inertie est la résistance qu'un corps massique oppose au changement de son mouvement. Le principe d'inertie énonce que lorsqu'un corps massique est soumis à des forces qui se compensent, ou à aucune force, alors le corps massique est soit au repos, soit animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

PROPRIÉTÉ

L'effet de plusieurs forces peut s'annuler, on dit alors qu'elles se compensent. Leur somme vectorielle est égale au vecteur nul $\vec{0}$.

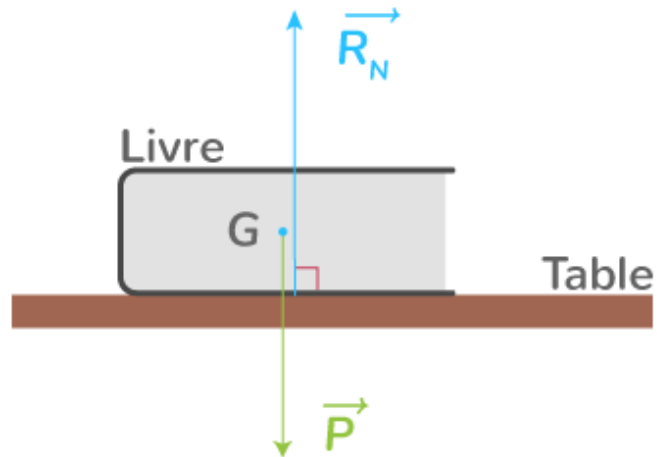


REMARQUE

Dans le cas de deux forces, il faut qu'elles aient la même direction, la même valeur et des sens opposés.

EXEMPLE

Un livre est posé sur une table :



Le poids et la réaction normale qu'il subit se compensent :

$$\vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}.$$

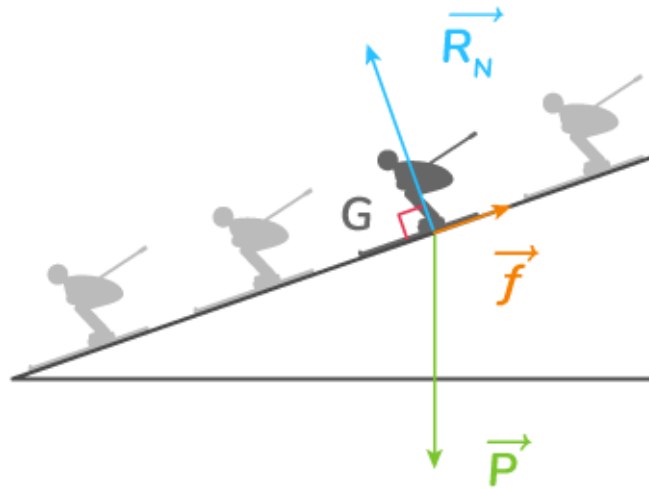
En effet, ces forces ont bien la même direction (verticale), des sens opposés et la même valeur (puisque représentées par des vecteurs de même longueur).



REMARQUE

Dans le cas de trois forces, seule une construction vectorielle permet de conclure si elles se compensent ou pas.

EXEMPLE



Le poids, la réaction normale et les frottements qu'il subit se compensent : $\vec{P} + \vec{R}_N + \vec{f} = \vec{0}$, comme le montre leur somme vectorielle.

LOI Principe d'inertie

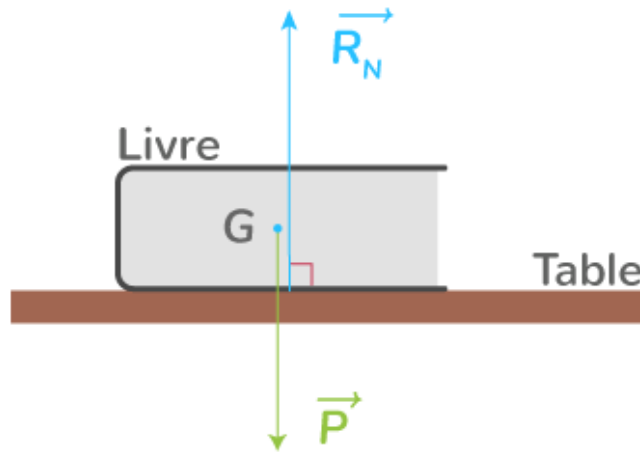
Dans les référentiels terrestre, géocentrique et héliocentrique, tout corps soumis à des forces extérieures qui se compensent (ou en l'absence de forces) persévère :

- dans son état de repos, si sa vitesse initiale est nulle ;
- dans son mouvement rectiligne et uniforme si sa vitesse initiale n'est pas nulle.

EXEMPLE

Dans le référentiel terrestre, ce livre est soumis à des forces qui se compensent

$\vec{P} + \vec{R}_N = \vec{0}$. Sa vitesse initiale étant nulle, il demeurera au repos.



C La contraposée du principe de l'inertie

La contraposée du principe d'inertie énonce que si un objet n'est ni au repos ni en mouvement rectiligne et uniforme, alors on peut en déduire que les forces extérieures qui s'exercent sur lui ne se compensent pas.

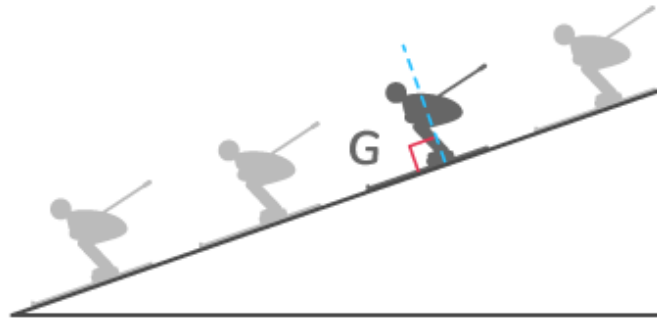
PROPRIÉTÉ

On peut aussi utiliser la contraposée du principe de l'inertie : dans les référentiels terrestre, géocentrique et héliocentrique, si un objet n'est ni au repos ni en mouvement rectiligne et uniforme, alors on peut en déduire que les forces extérieures qui s'exercent sur lui ne se compensent pas.

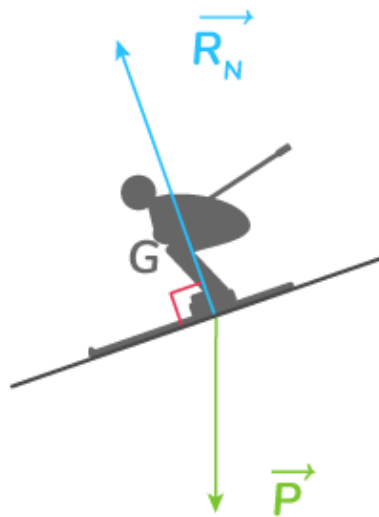
EXEMPLE



Dans le référentiel terrestre, un skieur descend une piste selon un mouvement rectiligne et accéléré, on néglige les frottements de l'air :



On en déduit que les forces qu'il subit ne se compensent pas : $\vec{P} + \vec{R}_N \neq \vec{0}$. C'est ce que montre la construction de leur somme vectorielle :



REMARQUE

Le principe d'inertie est aussi vrai dans des référentiels en mouvement rectiligne et uniforme par rapport aux référentiels terrestre, géocentrique ou héliocentrique.

Pour un corps massif, l'existence de forces extérieures qui ne se compensent pas provoque une variation du vecteur vitesse. Dans le cas de la chute libre à une dimension, le corps massif subit une seule force : son poids.

A Généralités sur la variation du vecteur vitesse

La variation du vecteur vitesse instantanée d'un système est due à l'existence d'actions mécaniques extérieures qui ne se compensent pas.

PROPRIÉTÉ

La variation du vecteur vitesse instantanée d'un système est due à l'existence d'actions mécaniques extérieures qui ne se compensent pas.

Ainsi, en un point M_i , on définit le vecteur variation de la vitesse instantanée comme la différence entre les vitesses du point précédent et du point suivant

$$\overrightarrow{\Delta v_{(M_i)}} = \overrightarrow{v_{(M_{i+1})}} - \overrightarrow{v_{(M_{i-1})}}. \overrightarrow{\Delta v_{(M_i)}} \text{ a la même direction et le même sens que la somme}$$

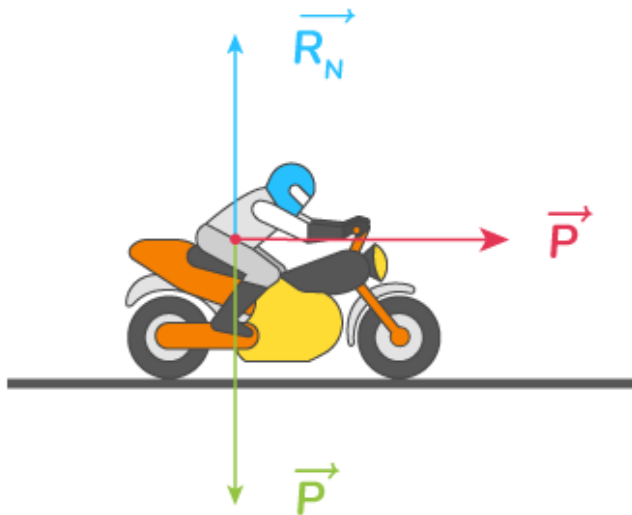
des forces extérieures que subit le système.

Lorsque le système n'est pas au repos ou en mouvement rectiligne et uniforme, la variation de son vecteur vitesse est déterminée par les actions mécaniques extérieures qui ne se compensent pas.

EXEMPLE



Une moto est en mouvement rectiligne accéléré sur une route horizontale. Elle est soumise à trois forces extérieures : son poids, la réaction normale du sol et la force exercée par le moteur.



Ici, le poids et la réaction normale se compensent, la somme des forces extérieures que subit la moto se réduit alors à la force \vec{F} :

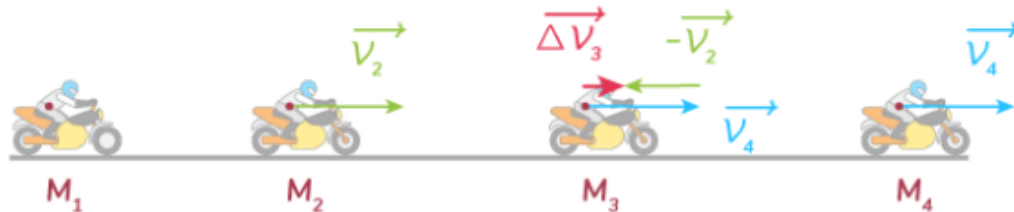
$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{P} + \vec{R}_N + \vec{F}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} + \vec{F}$$

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F}$$

Au point M_3 , on représente le vecteur variation de la vitesse instantanée $\overrightarrow{\Delta v_3}$ en construisant la différence des vecteurs vitesse instantanée \vec{v}_4 et \vec{v}_2 :

$$\overrightarrow{\Delta v_3} = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$$



Le vecteur variation de la vitesse instantanée $\overrightarrow{\Delta v_3}$ a donc bien la même direction et le même sens que la somme des forces extérieures qui s'appliquent sur la moto et qui se réduit à la force \overrightarrow{F} exercée par le moteur.



REMARQUE

Le vecteur variation de la vitesse instantanée $\overrightarrow{\Delta v}$ est lié au vecteur accélération : ils ont la même direction et le même sens.

B Le cas de la chute libre à une dimension

Dans le cas de la chute libre, le corps massique subit une seule force, son poids. On dit que la chute libre est à une dimension si le vecteur vitesse du corps massique a la même direction que le poids.

DÉFINITION Chute libre

Un corps est dit **en chute libre** si la seule force qu'il subit est son poids.

EXEMPLE

Une balle lâchée à hauteur des yeux sans vitesse initiale est en chute libre. La balle n'est soumise qu'à son poids.



REMARQUE

Dans l'atmosphère terrestre, pour qu'un corps soit considéré en chute libre, il faut que les frottements exercés par l'air soient négligeables, ce qui est le cas pour des mouvements de courte durée, par exemple.

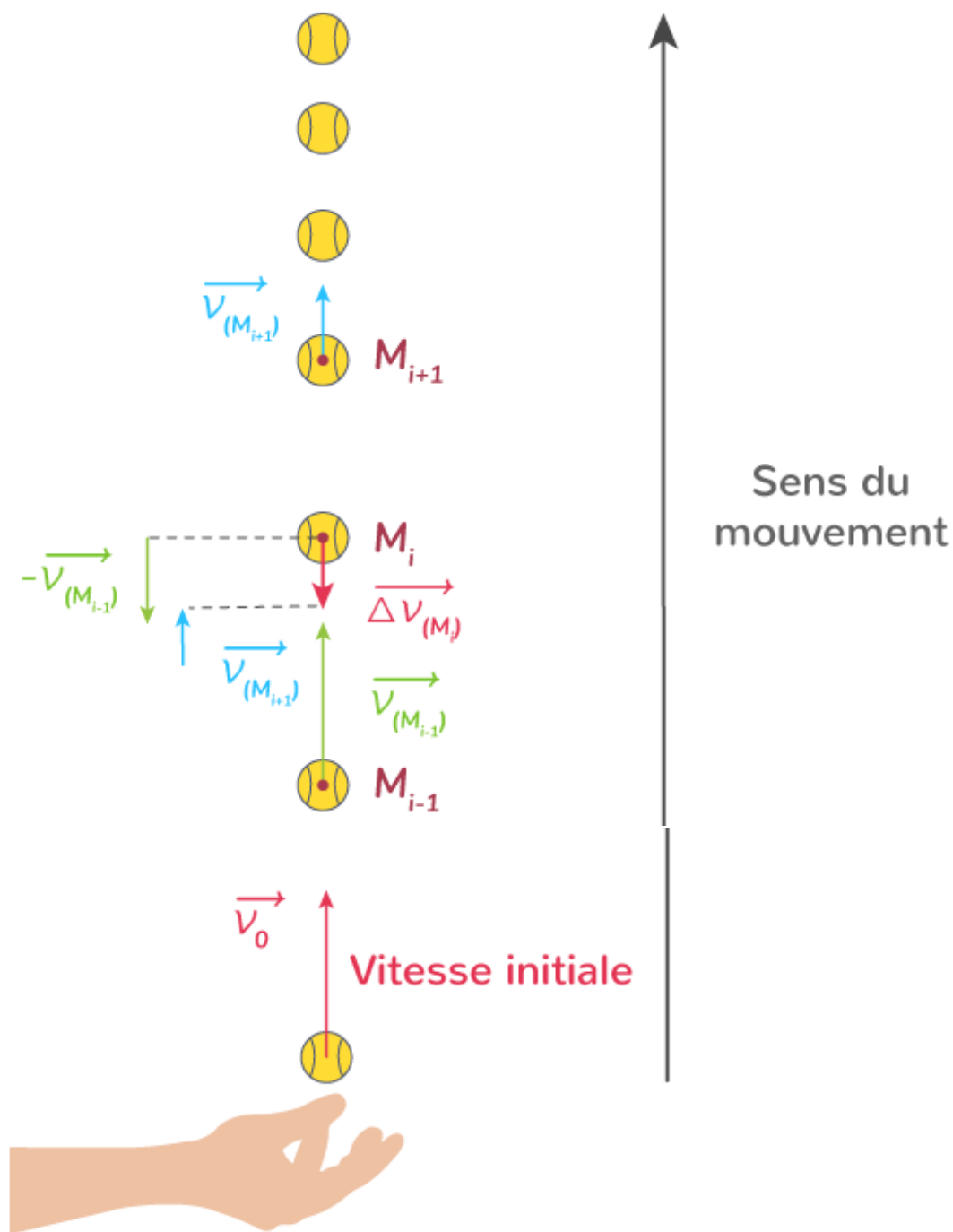
PROPRIÉTÉ

Le vecteur variation de la vitesse instantanée $\overrightarrow{\Delta v_{M_i}}$ d'un corps en chute libre a, en tout point, la même direction et le même sens que le poids du corps \overrightarrow{P} , car c'est la seule force que le corps subit.

Mouvement du corps	Sens du vecteur vitesse \overrightarrow{v}	Sens du vecteur variation de la vitesse $\overrightarrow{\Delta v}$	Conclusion
Chute	Vers le bas	Vers le bas, à l'image du poids du corps \overrightarrow{P}	La valeur de la vitesse augmente.
Montée	Vers le haut		La valeur de la vitesse diminue jusqu'à devenir nulle, puis le corps chute.

EXEMPLE

Si le corps est lâché avec une vitesse initiale vers le haut, le vecteur variation de la vitesse instantanée $\overrightarrow{\Delta v_{M_i}}$ et la vitesse du corps sont de sens opposés : le mouvement est alors rectiligne et ralenti.



Ainsi, la vitesse du corps diminue et, lorsqu'elle devient nulle, il chute vers le bas sans vitesse initiale. Dans ce cas, le vecteur variation de la vitesse instantanée $\overrightarrow{\Delta v_{M_i}}$ et la vitesse du corps sont de même sens : le mouvement est alors rectiligne et accéléré vers le sol.

Sens du
mouvement

