

Fiche de cours

Principe d'inertie

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur



R. RINGUET · 2026 - 2027

1 DES FORCES QUI SE COMPENSENT

Définition. Deux forces **se compensent** lorsqu'elles ont la *même direction*, des *sens opposés* et la *même valeur* : $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{0}$. Sur un schéma à l'échelle, ce sont deux flèches opposées de même longueur.

Définition. Plus généralement, les forces exercées sur un système se compensent lorsque leur **résultante** (la somme de toutes les forces) est le vecteur nul : $\sum \vec{F} = \vec{0}$.

2 LE PRINCIPE D'INERTIE

Théorème — principe d'inertie. Dans le **référentiel terrestre** (ou, pour un satellite, dans le référentiel géocentrique), les forces exercées sur un système se compensent **si et seulement si** son vecteur vitesse ne varie pas, c'est-à-dire si le système est **immobile** ou animé d'un **mouvement rectiligne uniforme**.

Remarque. Le principe se lit dans les deux sens.

- Les forces se compensent $\Rightarrow$ le système est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme.
- Le système est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme $\Rightarrow$ les forces se compensent : c'est ce sens qui permet de *calculer* une force inconnue.

3 LA CONTRAPOSÉE : VARIATION DU VECTEUR VITESSE

Propriété — contraposée. Si le vecteur vitesse **varie** — sa valeur, sa direction ou son sens change — alors les forces *ne se compensent pas*. La résultante $\sum \vec{F}$ a alors la *même direction* et le *même sens* que la variation $\Delta\vec{v}$.

Méthode — construire $\Delta\vec{v}$ en M_2 . tracer, à partir d'un même point, les vecteurs $\vec{v}_1$ et $\vec{v}_3$; le vecteur $\Delta\vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$ va de l'extrémité de $\vec{v}_1$ à l'extrémité de $\vec{v}_3$. On le reporte ensuite à partir de M_2 : il donne la direction et le sens de la résultante des forces.

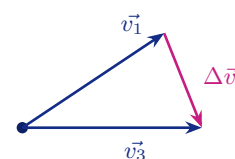


Figure 1 — Construction de $\Delta\vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$: la résultante des forces a la direction et le sens de $\Delta\vec{v}$.

Remarque. Dans un mouvement *circulaire uniforme*, la valeur de la vitesse ne change pas mais sa direction tourne : le vecteur vitesse varie, donc les forces ne se compensent pas.

4 LA CHUTE LIBRE

Définition. Un système est en **chute libre** lorsqu'il n'est soumis qu'à son **poids** : $P = m \times g$, avec m en kg, $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ sur Terre et P en N. On néglige alors les frottements de l'air.

Propriété. Lâché sans vitesse initiale, un corps en chute libre tombe *verticalement*, d'un mouvement **rectiligne accéléré** : les forces ne se compensent pas, et $\Delta\vec{v}$ est vertical, dirigé *vers le bas*, comme le poids.

Remarque. Dans le vide, tous les corps tombent de la même façon, quelle que soit leur masse : une plume et une bille lâchées ensemble arrivent en même temps.

■ FORMULAIRE — Le formulaire du chapitre

- $\sum \vec{F} = \vec{0} \iff$ le vecteur vitesse ne varie pas $\iff$ le système est immobile ou en mouvement rectiligne uniforme.
- Le vecteur vitesse varie $\iff \sum \vec{F} \neq \vec{0}$, de même direction et de même sens que $\Delta\vec{v}$.
- $\Delta\vec{v} = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$: vecteur allant de l'extrémité de $\vec{v}_1$ à l'extrémité de $\vec{v}_3$, reporté en M_2 .
- Poids : $P = m \times g$ ($g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ sur Terre, $1,6 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ sur la Lune, $3,7 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$ sur Mars).

5 QUELQUES SITUATIONS TYPIQUES

■ DONNÉES — Reconnaître la situation

- **Palet de curling** lancé sur la glace (frottements négligeables) : mouvement rectiligne uniforme, les forces se compensent. Quand les frottements ne sont plus négligeables, il ralentit : elles ne se compensent plus.
- **Parachutiste** : au début la vitesse augmente (le poids l'emporte sur les frottements) ; quand la vitesse devient constante, les forces se compensent et la valeur des frottements est égale à celle du poids.
- **Ascenseur** qui monte à vitesse constante : les forces se compensent ; au démarrage, $\Delta \vec{v}$ est dirigé vers le haut, la résultante aussi.
- **Satellite** en orbite circulaire uniforme (référentiel géocentrique) : le vecteur vitesse varie (sa direction change), la résultante est dirigée vers le centre de la Terre.

6 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

► SAVOIR-FAIRE

- Dire si les forces exercées sur un système se compensent, à partir d'un schéma à l'échelle ou de la description du mouvement.
- Dédire la nature du mouvement lorsque les forces se compensent, et réciproquement.
- Calculer la valeur d'une force inconnue en utilisant le principe d'inertie.
- Construire $\Delta \vec{v}$ sur une chronophotographie et en déduire la direction et le sens de la résultante.
- Reconnaître une chute libre et décrire le mouvement correspondant.

7 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — calculer une force avec le principe d'inertie

Un livre de masse $m = 0,80 \text{ kg}$ est immobile sur une table : son vecteur vitesse ne varie pas, donc le poids $\vec{P}$ et la réaction $\vec{R}$ de la table se compensent. Ainsi $R = P = mg = 0,80 \times 9,8 = 7,8 \text{ N}$, et $\vec{R}$ est verticale, dirigée vers le haut.

★ EXEMPLE — parachutiste à vitesse constante

Un parachutiste et son équipement ($m = 80 \text{ kg}$) descendent à vitesse constante en ligne droite : les forces se compensent, donc la force de frottement de l'air a pour valeur $f = P = 80 \times 9,8 = 7,8 \times 10^2 \text{ N}$, et elle est verticale vers le haut.

★ EXEMPLE — le vecteur vitesse varie

Une voiture aborde un virage à vitesse constante : la *valeur* de sa vitesse ne change pas, mais sa *direction* change. Le vecteur vitesse varie, donc les forces ne se compensent pas : la résultante est dirigée vers l'intérieur du virage, comme $\Delta \vec{v}$.

★ EXEMPLE — chute libre

Une bille de masse $m = 50 \text{ g} = 0,050 \text{ kg}$ est lâchée sans vitesse initiale, les frottements de l'air étant négligés : elle n'est soumise qu'à son poids, de valeur $P = 0,050 \times 9,8 = 0,49 \text{ N}$, vertical vers le bas. Elle tombe donc verticalement, d'un mouvement rectiligne accéléré, et $\Delta \vec{v}$ est lui aussi vertical vers le bas.

✗ PIÈGES

- Croire qu'une force est nécessaire pour *entretenir* un mouvement : sans frottement, un mouvement rectiligne uniforme se poursuit sans aucune résultante.
- Confondre « les forces se compensent » et « il n'y a aucune force » : les forces existent, c'est leur somme qui est nulle.
- Oublier qu'un mouvement circulaire uniforme est un mouvement où le vecteur vitesse *varie*.
- Donner à la résultante la direction et le sens du vecteur vitesse : ce sont ceux de $\Delta \vec{v}$.
- Appliquer le principe d'inertie dans n'importe quel référentiel : on l'utilise dans le référentiel terrestre (géocentrique pour un satellite), pas dans un véhicule qui freine ou qui tourne.