

Chapitre 11 : Principe d'inertie

Cours

1. Le principe d'inertie

a. Effets d'une force sur un système

Lorsque le système étudié est impliqué dans une interaction avec un autre système, il subit une action de la part de ce système. Cette action peut :

- déformer le système,
- mettre en mouvement le système qui était immobile,
- modifier le mouvement (modification de la direction, du sens et/ou de la valeur du vecteur vitesse).

b. Énoncé du principe d'inertie

1° version

Lorsque les forces qui s'exercent sur un système se compensent, alors ce système reste immobile ou reste en mouvement rectiligne uniforme ($\vec{v} = \vec{0}$ ou \vec{v} est constant).

2° version

Lorsque les forces qui s'exercent sur un système se compensent, alors le vecteur vitesse \vec{v} ne varie pas.

Les deux énoncés ci-dessus sont synonymes car les propositions $\vec{v} = \vec{0}$ ou \vec{v} est constant implique que \vec{v} ne varie pas. Il existe un énoncé contraposé :

1° version contraposée

Lorsqu'un système n'est ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme ($\vec{v} = \vec{0}$ ou \vec{v} est constant), alors les forces qui s'exercent le système ne se compensent pas.

2° version contraposée

Lorsque le vecteur vitesse \vec{v} d'un système varie, alors les forces qui s'exercent sur ce système ne se compensent pas.

Remarques

- Dire que les forces se compensent est synonyme de la résultante (somme) des forces est nulle. On l'écrit souvent sous la forme $\Sigma \vec{F} = \vec{0}$. La lettre grecque majuscule Σ signifie somme en sciences.
- Le principe d'inertie a été énoncé par Galilée puis repris par Newton qui en a fait sa première loi. Vous comprenez pourquoi Newton a écrit « J'étais assis sur les épaules de géants ».

Ci-dessous un lien vers une vidéo percutante sur le principe d'inertie :

<https://youtu.be/ffo9giFSavo>

Ci-dessous un lien vers une autre vidéo (un peu « froide » mais instructive) :

<https://youtu.be/kcFUW943rwl>

2. Exemples

a. La chute verticale

Chute libre

Ci-dessous un lien vers une vidéo qui introduit au sujet :

https://youtu.be/YIoSaX_qAjM



Figure 1

Ci-dessus (figure 1) une balle dans l'atmosphère en chute libre. Cette dernière expression, soulignée, signifie que la balle est soumise seulement à son poids \vec{P} ; Les frottements sont donc négligés.

L'unique force \vec{P} n'est pas compensée donc le mouvement n'est pas rectiligne uniforme par rapport au sol.

En effet le mouvement est rectiligne accéléré :

- rectiligne car les centres de la balle à différents instants sont alignés avec le bord d'une règle,
- accéléré car les distances parcourues à intervalles de temps égaux sont identiques.

Chute avec frottements

Sur la figure 2 un objet est soumis à son poids et à force de résistance de l'air.
Au début les deux forces ne se compensent pas car la vitesse est faible ; Par conséquent le mouvement n'est pas rectiligne uniforme, il est rectiligne accéléré.
Au bout d'un certain temps la vitesse est suffisante pour que les deux forces se compensent ; Par conséquent le mouvement est rectiligne uniforme.



Figure 2

b. Mouvements sur un plan

Tous les exemples seront étudiés dans le référentiel Terrestre.

Plan horizontal

Sur la figure 3 un solide se déplace horizontalement, par rapport au sol, sur un plan sans frottements. La réaction \vec{R} est orthogonale au plan car les frottements sont négligeables. Les deux forces se compensent car il n'y a pas de mouvement vertical. D'après le principe de l'inertie le mouvement du solide est rectiligne uniforme.

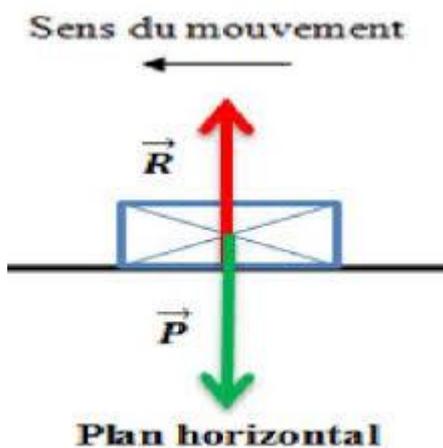


Figure 3

Sur la figure 4 un solide se déplace horizontalement par rapport au support.
 Les deux forces verticales se compensent car il n'y a pas de mouvement vertical.
 D'après le texte le mouvement du solide est rectiligne uniforme donc les deux forces horizontales se compensent.

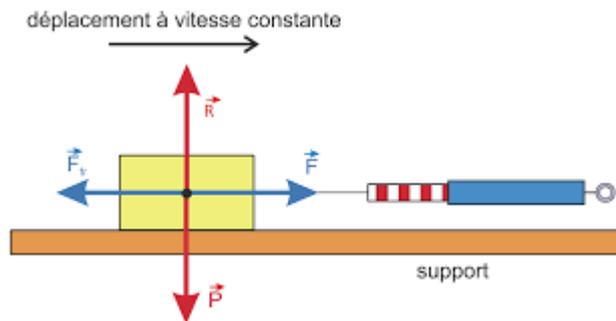


Figure 4

Sur la figure 5 un mobile se déplace horizontalement par rapport à un support.
 Les deux forces \vec{P} et \vec{R} se compensent mais la force de frottement \vec{f} n'est pas compensée.
 D'après le principe de l'inertie le mouvement n'est pas rectiligne uniforme, il est rectiligne décéléré.

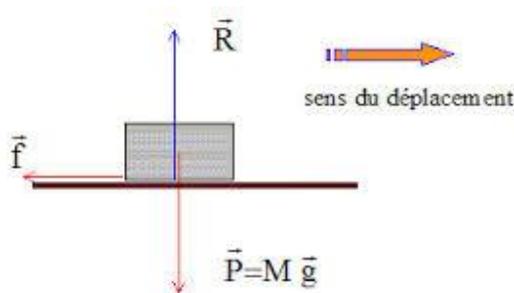


Figure 5

Plan incliné

Sur la figure 6 un solide descend sur un plan incliné.

Les frottements sont négligeables donc la réaction du plan sur le solide, notée \vec{F}_n , est orthogonale au plan. Les deux forces appliquées ne se compensent pas donc le mouvement n'est pas rectiligne uniforme : Il est rectiligne accéléré.

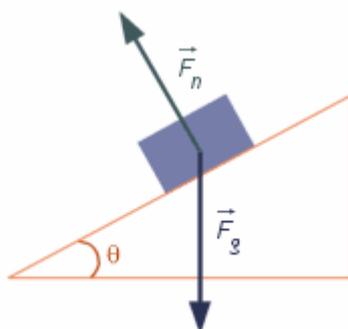


Figure 6

c. Mouvements circulaires

Tous les exemples seront étudiés dans le référentiel Terrestre.

Mouvement circulaire dans un plan vertical

Sur la figure 7 un pendule simple : objet solide de petite taille par rapport à la longueur du fil tendu. La somme des forces $\Sigma \vec{F} = \vec{T} + \vec{P}$ n'est pas nulle donc le mouvement n'est pas rectiligne uniforme par rapport au sol, il est circulaire :

- accélééré si le solide descend,
- décélééré si le solide monte.

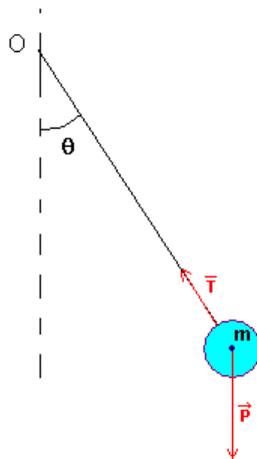


Figure 7

Mouvement circulaire dans un plan horizontal

Sur la figure 8 un mobile autoporteur (pas de frottement) décrit un mouvement circulaire uniforme par rapport à la table horizontale. Les forces appliquées au mobile ne se compensent donc pas ; En effet la tension \vec{T} n'est pas compensée (voir figure 9).



Figure 8

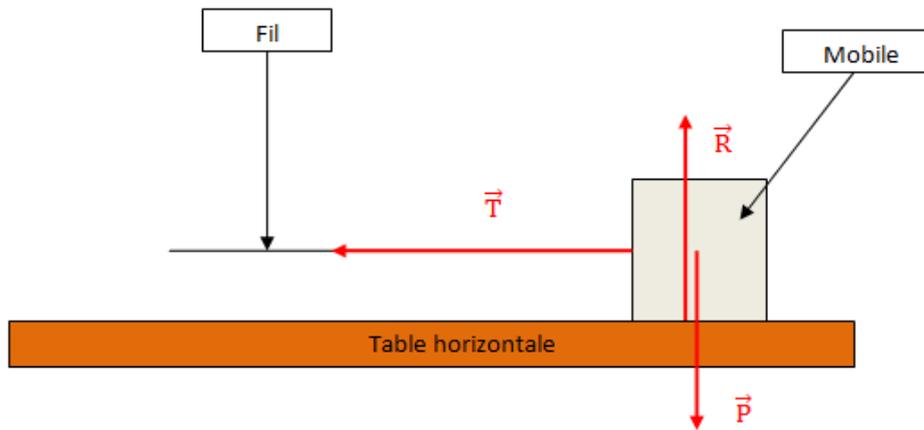


Figure 9

Exercices

| | | | |
|----|----|------|-----|
| N° | 3 | page | 192 |
| N° | 5 | page | 192 |
| N° | 7 | page | 192 |
| N° | 9 | page | 192 |
| N° | 12 | page | 193 |
| N° | 13 | page | 193 |
| N° | 15 | page | 194 |
| N° | 17 | page | 194 |
| N° | 20 | page | 195 |
| N° | 21 | page | 195 |