

Forces et interactions

- Il existe quatre interactions fondamentales qui régissent la physique :
 - l’interaction gravitationnelle, de portée infinie et dominante à l’échelle astronomique ;
 - l’interaction électromagnétique, de portée infinie et dominante à l’échelle atomique et humaine, responsable de la cohésion de la matière et des frottements ;
 - l’interaction forte, de portée très courte $\sim 10^{-14}$ m, cohésion des noyaux ;
 - l’interaction faible, de portée très courte $\sim 10^{-18}$ m, nucléons.
- Une force modélise l’action mécanique exercée par un système sur un autre. Elle est représentée par un vecteur \vec{F} caractérisé par : une direction, un sens et une norme (intensité en Newton N).
- On distingue les forces de contact (nécessitant un contact physique, ex : tension, frottement) des forces à distance (champ de force, ex : poids, force électrique).

Interactions usuelles

- La force exercée par un point matériel M_1 sur M_2 (masses m_1, m_2) séparés d’une distance r est

$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = -G \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{u}_{12},$$

avec $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$ et \vec{u}_{12} vecteur unitaire de 1 vers 2.

Cas particulier : la force d’attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet ponctuel M de masse m s’appelle le poids et vérifie $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$.

- La force electrostatique exercée par une particule de charge q_1 sur une autre de charge q_2 séparées d’une distance r est :

$$\vec{F}_{1 \rightarrow 2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_{12},$$

où ϵ_0 est la permittivité du vide.

- Pour un fil inextensible de masse négligeable, la tension \vec{T} est dirigée le long du fil, de l’objet vers le point d’attache. Si le fil n’est pas tendu, $\vec{T} = \vec{0}$.
- Soit un ressort de masse négligeable, de constante de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 . Si sa longueur est ℓ , il exerce une force de rappel :

$$\vec{F} = -k(\ell - \ell_0)\vec{u}$$

où \vec{u} est le vecteur unitaire orienté dans le sens de l’allongement.

- La réaction \vec{R} d’un support solide se décompose en une composante normale \vec{R}_n et une composante tangentielle \vec{R}_t (force de frottement).

Les lois de Coulomb (frottements solides) permettent de relier leurs normes via le coefficient de frottement f :

- absence de glissement (statique) : $\|\vec{R}_t\| \leq f\|\vec{R}_n\|$;
- glissement avéré (dynamique) : $\|\vec{R}_t\| = f\|\vec{R}_n\|$.

- La force de frottement fluide s’exerce sur un solide se déplaçant dans un fluide. C’est une force de freinage opposée au vecteur vitesse. On distingue le modèle linéaire $\vec{F}_f = -\lambda \vec{v}$ (faibles vitesses) du modèle quadratique $\vec{F}_f = -kv\vec{v}$ (grandes vitesses).

- La poussée d’Archimède est la force exercée par un fluide sur un volume immergé V . Elle est égale à l’opposé du poids du volume de fluide déplacé :

$$\vec{\Pi} = -\rho V \vec{g}.$$

Lois de Newton

Applications