

Forces et interactions

Cours de sciences physiques - niveau 2de

*Puis, un ballon frappé du pied, une pomme qui tombe, un aimant qui attire un clou : à chaque fois, un objet agit sur un autre. Par ailleurs, les physiciens modélisent ces actions par des **forces** et les regroupent sous le terme d'**interactions**. Puis ce chapitre apprend à représenter une force par un vecteur, à calculer le poids et la force gravitationnelle, à utiliser la loi de Coulomb et à faire le bilan des forces qui s'exercent sur un système.*

L'essentiel : Une force modélise une action mécanique par un vecteur à quatre caractéristiques : point d'application, direction, sens et valeur en newtons (N). Le poids vaut $P = m \cdot g$, avec $g = 9,8 \text{ N/kg}$ sur Terre. Deux corps en interaction exercent des forces réciproques égales et opposées : un objet de 2,0 kg pèse environ 20 N.

Ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

Forces et interactions : des actions mécaniques

Ainsi, une **action mécanique** exercée sur un système peut le mettre en mouvement, modifier son mouvement ou le déformer. Ensuite, on distingue le système étudié de son **milieu extérieur**, qui contient tous les objets agissant sur lui.

- Une action est **de contact** si les objets se touchent : un pied sur un ballon, un fil tendu, le sol qui supporte un livre.
- Par ailleurs, une action est **à distance** si les objets ne se touchent pas : l'attraction de la Terre sur une pomme, l'action d'un aimant, l'attraction ou la répulsion entre objets chargés.

L'action peut être localisée en un point (un fil qui tire) ou répartie sur une surface ou dans un volume (le poids, l'action de l'eau sur une coque). Puis en seconde, on modélise l'action par une **force** appliquée au point matériel qui représente le système.

DÉFINITION

Une **force** modélise une action mécanique. De plus, on la note par un vecteur $F_{A/B}$: la force exercée par l'objet A sur l'objet B. Sa valeur s'exprime en **newton** (N) et se mesure avec un dynamomètre.

La force : un vecteur à quatre caractéristiques

De plus, une force est caractérisée par un **point d'application**, une **direction**, un **sens** et une **valeur**. Ensuite, on la représente par une flèche dont la longueur est proportionnelle à la valeur, selon une échelle choisie.

Échelle : une flèche de 20 unités représente 10 N

Traction : point d'application au fil, direction horizontale, sens vers la droite, valeur 40 N (flèche de 80 unités)



Frottement : sens opposé au mouvement, 10 N (flèche de 20 unités)

Représentation de deux forces à l'échelle : la longueur de la flèche donne la valeur, son orientation donne la direction et le sens.

EXEMPLE

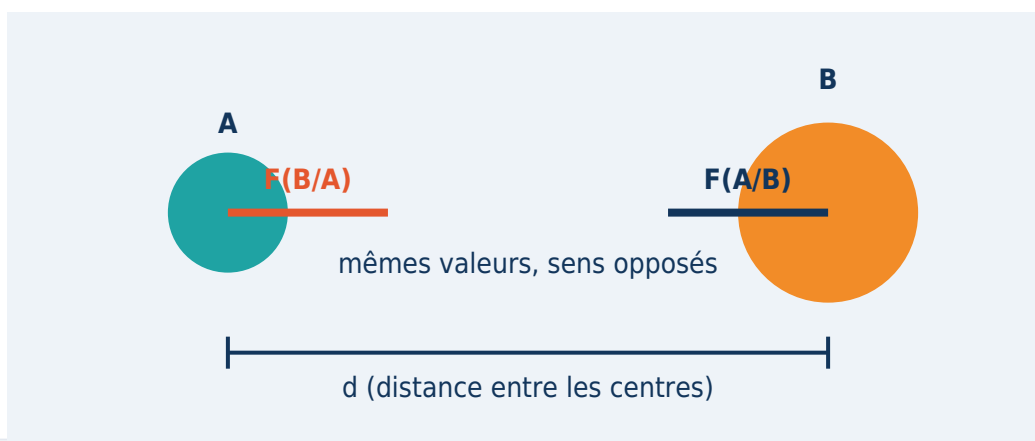
Avec l'échelle 1 cm pour 10 N, une force de 45 N est représentée par une flèche de 4,5 cm. À l'inverse, une flèche de 2,6 cm correspond à $2,6 \times 10 = 26 \text{ N}$.

Les interactions : les actions réciproques

Donc, quand un objet A exerce une force sur un objet B, B exerce toujours en retour une force sur A. Par ailleurs, on parle d'**interaction** entre A et B.

PRINCIPE DES ACTIONS RÉCIPROQUES

Si A exerce sur B la force $F_{A/B}$, alors B exerce sur A la force $F_{B/A}$ telle que $F_{B/A} = -F_{A/B}$: même direction (la droite AB), **sens opposés**, **même valeur**. Puis ces deux forces s'appliquent à deux systèmes différents.



Deux objets s'attirent mutuellement : $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ ont la même valeur, la même direction et des sens opposés, quelles que soient les masses.

L'interaction gravitationnelle et le poids

Enfin, deux objets A et B de masses m_A et m_B , assimilés à des points ou à des sphères homogènes, s'attirent toujours.

LOI DE LA GRAVITATION

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times m_A \times m_B \div d^2$$

F en newton (N) ; m en kilogramme (kg) ; d : distance entre les centres, en mètre (m) ; $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. Ensuite, la force est attractive et diminue avec le *carré* de la distance : si d double, F est divisée par 4.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Terre ($m_T = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$) et Lune ($m_L = 7,35 \times 10^{22} \text{ kg}$) distantes de $d = 3,84 \times 10^8 \text{ m}$: $F = 6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24} \times 7,35 \times 10^{22} \div (3,84 \times 10^8)^2 \approx \mathbf{2,0 \times 10^{20} \text{ N}}$. Puis cette valeur est la même pour l'action de la Terre sur la Lune et celle de la Lune sur la Terre.

Pour un objet de masse m à la surface de la Terre (rayon $R_T = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$), l'action de la Terre est le **poids** P. Comme $d \approx R_T$, on trouve $P = m \times g$ avec $g = G \times m_T \div R_T^2$.

L'interaction gravitationnelle et le poids (suite)

FORMULE À RETENIR

$$P = m \times g$$

P : poids en newton (N) ; m : masse en kilogramme (kg) ; g : intensité de la pesanteur en newton par kilogramme (N/kg). $g \approx 9,81 \text{ N/kg}$ sur Terre, $1,62 \text{ N/kg}$ sur la Lune. De plus, le poids est une force verticale, dirigée vers le centre de la Terre, appliquée au centre de gravité.

APPLICATION NUMÉRIQUE

Ensuite, une personne de masse 70 kg : sur Terre, $P = 70 \times 9,81 = 686,7 \approx \mathbf{6,9 \times 10^2 \text{ N}}$; sur la Lune, $P = 70 \times 1,62 = 113 \approx \mathbf{1,1 \times 10^2 \text{ N}}$. Sa masse, elle, reste égale à 70 kg partout.

ERREUR FRÉQUENTE

La **masse** (en kg) mesure la quantité de matière et ne dépend pas du lieu ; le **poids** (en N) est une force qui dépend du lieu. Ensuite, une balance de ménage mesure en réalité une force, graduée en kg pour la pesanteur terrestre.

L'interaction électrostatique

Puis, deux objets ponctuels portant des charges électriques q_A et q_B exercent l'un sur l'autre des forces de même direction (la droite AB), de même valeur et de sens opposés.

LOI DE COULOMB

$$F_{A/B} = F_{B/A} = k \times |q_A \times q_B| \div d^2$$

F en N ; q en coulomb (C) ; d en m ; $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$. Par ailleurs, les charges de **signes opposés** s'attirent, celles de **même signe** se repoussent.

APPLICATION NUMÉRIQUE

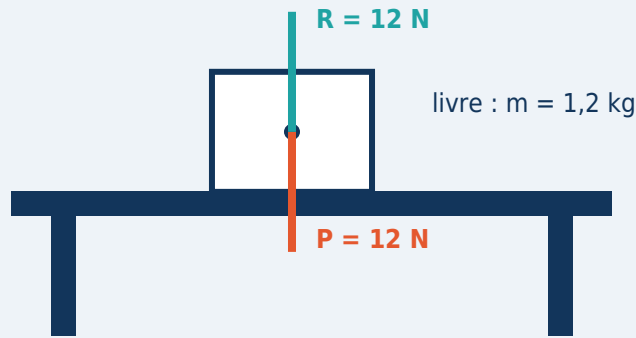
Deux petites billes de charges $+2,0 \mu\text{C}$ et $-3,0 \mu\text{C}$ sont distantes de 10 cm. $F = 9,0 \times 10^9 \times 2,0 \times 10^{-6} \times 3,0 \times 10^{-6} \div (0,10)^2 = 0,054 \div 0,010 = \mathbf{5,4 \text{ N}}$. Puis les charges étant opposées, la force est attractive.

Ainsi, la loi de Coulomb a la même forme que la loi de la gravitation (en $1/d^2$), mais elle peut être attractive *ou* répulsive et ses valeurs sont gigantesques à l'échelle des atomes.

Les forces de contact et le bilan des forces

Lorsque le système touche un support, un fil ou un fluide, les actions de contact sont modélisées par d'autres forces : la **réaction du support** R (perpendiculaire au support s'il n'y a pas de frottement), la **tension** T d'un fil (dirigée le long du fil), les **frottements** f (parallèles au support, opposés au glissement).

Échelle : 5 unités pour 1 N



Bilan des forces sur un livre posé : le poids P (vers le bas) et la réaction R (vers le haut) ont ici la même valeur.

MÉTHODE

Par ailleurs, pour faire un **bilan des forces** : 1. définir le système ; 2. définir le référentiel ; 3. lister les actions à distance (poids...) puis les actions de contact (réaction, tension, frottements...) ; 4. représenter chaque force par un vecteur au bon point d'application, avec une échelle.

POUR RETENIR

Le poids est toujours présent à la surface de la Terre ; une force de contact n'existe que s'il y a contact. Ensuite, dans le bilan, on ne met jamais la force exercée *par* le système sur son environnement.

L'essentiel à retenir

- Une force modélise une action mécanique ; c'est un vecteur (point d'application, direction, sens, valeur en N).
- Actions réciproques : $F_{B/A} = -F_{A/B}$.
- Gravitation : $F = G m_A m_B \div d^2$, $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Poids : $P = m g$, $g = 9,81 \text{ N/kg}$ sur Terre ; la masse ne dépend pas du lieu, le poids oui.
- Coulomb : $F = k |q_A q_B| \div d^2$; charges opposées : attraction, charges de même signe : répulsion.
- Le bilan des forces inclut les actions à distance et les actions de contact (réaction, tension, frottements).

Tout le chapitre « Modéliser une action par une force » en seconde

- Les exercices : Modéliser une action par une force
- Le corrigé des exercices : Modéliser une action par une force
- Le TP : Modéliser une action par une force
- Le corrigé du TP : Modéliser une action par une force

- Le QCM : Modéliser une action par une force
- Le contrôle : Modéliser une action par une force
- Le corrigé du contrôle : Modéliser une action par une force

Chapitre précédent : Le vecteur vitesse (cours)

Chapitre suivant : Le principe d'inertie (cours)

Retrouve aussi tous les cours de sciences physiques en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.