

1. Actions mécaniques et forces

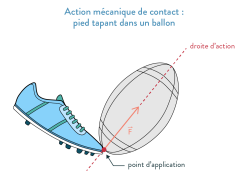
1.1. Modéliser une action sur un système

L'action mécanique d'un système extérieur (acteur A) sur le système étudié (récepteur B) peut être modélisée par une force. Une action mécanique peut être de **contact** ou bien une action **à distance**. La force qui modélise l'action mécanique est caractérisée par :

- Un **point d'application** = le point où l'on considère que la force s'exerce
- Une **direction** ou droite d'action
- Un **sens** d'action
- Une **intensité** (norme ou valeur) qui s'exprime en Newton (N)

On représente la force par un **vecteur** et on la note $\vec{F}_{A/B}$

Remarque : Dans le cas d'une action mécanique de contact, le point d'application est le point de contact entre le donneur et le receveur. Dans le cas d'une action mécanique à distance, le point d'application est le centre de gravité du receveur.



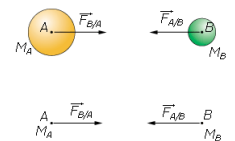
1.2. Principe des actions réciproques

En 1687, le physicien anglais Isaac Newton énonce le principe des actions réciproques, aussi appelé troisième loi de Newton, entre deux systèmes.

Quel que soit le référentiel, si un système A exerce une force $\vec{F}_{A/B}$ sur un système B, alors le système B exerce simultanément une force $\vec{F}_{B/A}$ sur le système A.

Ces forces ont la même direction, la même valeur mais des sens contraires. Elles sont représentées par des vecteurs tels que $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

Le principe des actions réciproques s'applique pour des actions de contact ou à distance, que les systèmes soient immobiles ou en mouvement dans le référentiel d'étude.



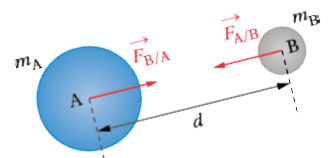
Exercice 15 page 228

1.3. Exemples de forces

a. Force d'interaction gravitationnelle

Deux systèmes s'attirent mutuellement du fait de leur masse, c'est l'**interaction gravitationnelle**. Si A et B sont des objets de masses m_A et m_B (exprimées en kg), et que d est la distance (exprimée en m) séparant les objets A et B alors la valeur de la force d'interaction gravitationnelle (exprimée en newton N) est donnée par :

$$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \quad \begin{array}{l} G, \text{ constante de gravitation universelle :} \\ G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2} \end{array}$$



Caractéristiques

- **Point d'application** : **centre de gravité** de l'objet étudié
- **Direction** : la **droite passant par les centres** des corps A et B
- **Sens** : de **A vers B** (ou de **B vers A**)

$$\text{Intensité : } F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$$

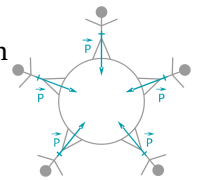
Exercice 13 page 228



b. Le poids

Le poids d'un objet correspond à l'interaction gravitationnelle qu'il subit de la part d'une planète.

Dire « l'objet subit une interaction gravitationnelle de la part d'une planète » signifie « l'objet a un poids ». La valeur du poids est donnée en Newton par : $P = m \times g$



Caractéristiques du poids :

- **Point d'application** : Centre de gravité de l'objet étudié
- **Sens** : vers le bas
- **Direction** : verticale
- **Intensité** : $P = m \times g$
avec g = intensité de la pesanteur = 9,81 N/kg

Exercices 7, 9 et 17 pages 227 et 228

Faire le lien entre poids et interaction gravitationnelle :

Exercice 14 page 228



c. Réaction du support

Un corps de masse m reposant sur un autre corps (appelé support) exerce sur ce support des forces de contact. D'après la troisième loi de Newton, ce support exerce alors une force appelée **réaction du support** $\vec{R}$.

Dans le cas d'un corps immobile sur lequel ne s'exerce que le poids et la force exercée par le support, la force $\vec{R}$ compense exactement le poids $\vec{P}$ de ce corps : $\vec{R} = -\vec{P}$

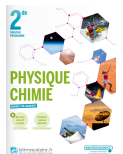
Exercices 8 et 10 page 227

c. Force exercée par un fil

La **force exercée par un fil**, aussi appelée **tension** $\vec{T}$ d'un fil, est la force de **contact** exercée par le fil sur le système étudié. Cette force a la même direction que le fil. Elle est orientée du point d'accroche vers le système du fil.

Nous utiliserons cette force dans un prochain chapitre

Pour aller plus loin : 20 et 21 page 229



2. Le principe d'inertie

Au lycée, nous utilisons le modèle du **point matériel** : le système étudié est ramené à un seul point. L'ensemble des forces appliquées au système est représenté en ce point.

Effet d'une force : une force s'exerçant sur un système peut modifier le mouvement de ce système. Elle peut donc modifier le vecteur vitesse de ce système.

Énoncé du principe d'inertie : Dans un référentiel galiléen, tout système persévère dans son état de repos ou de mouvement rectiligne uniforme, s'il n'est soumis à aucune force ou à des forces qui se compensent.

Un référentiel galiléen : Référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié.

Expression mathématique du principe d'inertie

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Leftrightarrow \vec{v} = \vec{0} \text{ ou } \vec{v} \text{ ne varie pas}$$

3. Contraposée du principe d'inertie

Si le système n'est ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme, alors les forces qui s'exercent sur lui ne se compensent pas.

Exercice d'application à la fin du cours ;
Fiche méthode Tracer des vecteurs p 325

Exercices 5, 6 et 7 page 242 ; Exercices 13, 14 et 15 page 243 ; 26 page 247



4. La chute libre verticale

Un système est dit en chute libre dans le référentiel terrestre s'il n'est soumis qu'à son poids.

$$\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{P} \neq \vec{0}$$

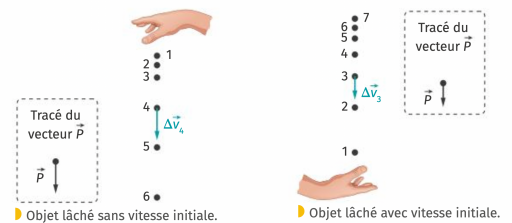
Lors de la chute libre verticale, le mouvement est rectiligne et la valeur de la vitesse varie au cours du temps.

Le poids est responsable de la variation du vecteur vitesse. $\vec{P}$ et $\Delta \vec{v}$ ont même direction et même sens.

Le mouvement est accéléré si $\vec{v}$ est dans le même sens que le poids $\vec{P}$

Le mouvement est ralenti si $\vec{v}$ est dans le sens opposé au poids $\vec{P}$

Objet en chute libre : seul le poids est pris en compte.



Dans la réalité, la chute libre est difficilement observable à cause des forces de frottement dues à l'air. Les forces de frottement augmentent avec la vitesse. Cela conduit à une vitesse limite lorsque les forces de frottement compensent parfaitement le poids.

Exercices 8 page 242



Le principe d'inertie aux sports d'hiver

Pierre est tracté sur une piste rectiligne et inclinée par un télésiégi. Le système étudié est l'ensemble {Pierre-ski}. L'étude est réalisée dans le référentiel terrestre galiléen. Les frottements exercés par la piste sur les skis sont négligés. Le système est alors soumis à trois forces

Une étude réalisée montre que pendant toute la remontée, deux types de mouvement se succèdent : une phase de démarrage où la norme du vecteur vitesse augmente suivie d'une phase où la norme du vecteur vitesse reste constante.

Principe du télésiégi

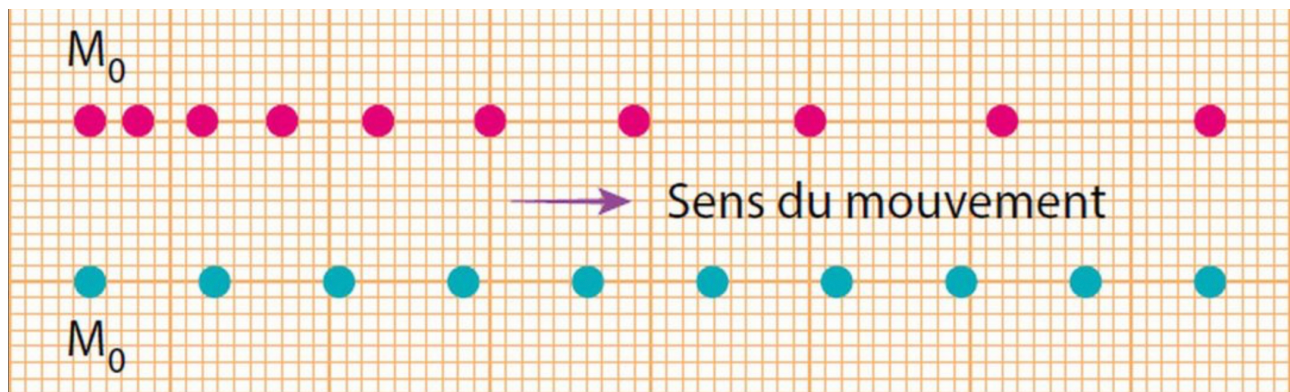
Un télésiégi est une remontée mécanique adaptée au ski alpin. Le skieur saisit une perche qu'il va passer entre ses jambes. La perche est alors tractée par un câble métallique suspendu, entraînant avec elle le skieur debout sur ses skis vers le haut des pistes.

Chronophotographies des deux mouvements

Phase de démarrage puis phase constante.

Les trajectoires sont parallèles à la piste.

Durée entre deux positions successives : $\tau = 1$ s.



Échelle : 1 cm papier pour 1 m dans la réalité.

Questions

1. Nommer chacune des forces exercées sur Pierre.
2. Par un raisonnement scientifique détaillé, associer à chacune des figures ci-dessous sa chronophotographie

