

1 De l'action mécanique à la force

Une **action mécanique** correspond à l'action d'un **système extérieur** sur le **système étudié**, elle peut être **de contact** ou s'exercer **à distance**.

On modélise une action mécanique par une **force** représentée par un **vecteur** \vec{F} qui a ces caractéristiques :

- l'origine, le point représentant le système ;
- la **direction**, celle de l'action mécanique ;
- le **sens**, celui de l'action mécanique ;
- la **norme** (ou longueur) est proportionnelle à la valeur (ou intensité) de la force, exprimée en newton (N).

2 Exemples de forces

La **force d'interaction gravitationnelle** \vec{F}

expressions vectorielles des forces modélisant l'interaction entre A et B (valeur de F en N)

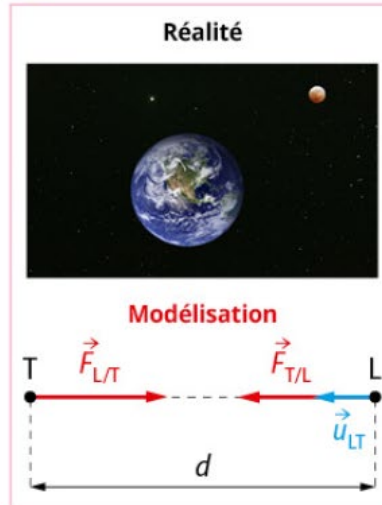
masses de A et B (en kg)

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{BA}$$

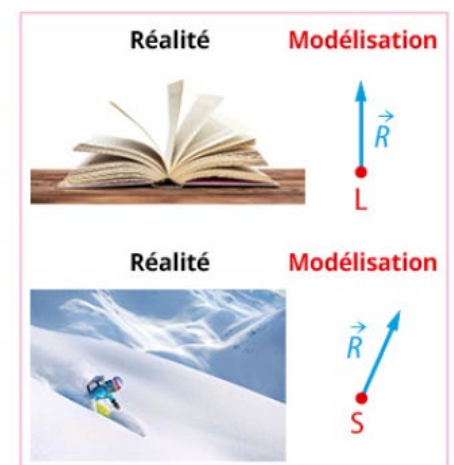
constante de gravitation universelle ($G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$)

distance entre les centres de A et B (en m)

vecteur unitaire porté par la droite (AB), orienté de B vers A



La **force \vec{R}** exercée par un support



Le **poids** \vec{P}

expression vectorielle du poids d'un système (valeur de P en N)

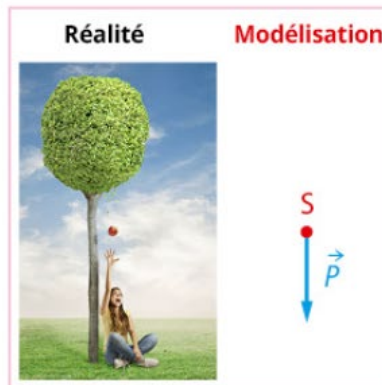
masse du système (en kg)

champ de pesanteur \vec{g} (valeur de l'intensité de pesanteur g en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

$$\vec{F}_{A/S} = G \cdot \frac{m_A \cdot m}{R^2} \cdot \vec{u}_{SA} = m \cdot \left(\frac{G \cdot m_A}{R^2} \right) \cdot \vec{u}_{SA}$$

À la surface de la Terre, l'intensité de pesanteur g_T vaut en moyenne $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.



La **force \vec{T}** exercée par un fil



Attention

Il ne faut pas confondre **masse** m et **intensité du poids** P qui sont deux **grandeurs proportionnelles**, mais pas égales. Le coefficient de proportionnalité correspond à l'intensité de pesanteur g à la surface de l'astre.

3 Principe des actions réciproques

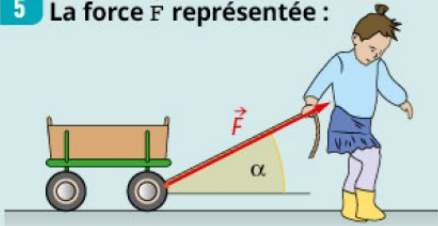
Troisième loi de Newton

Deux systèmes A et B exercent l'un sur l'autre des actions mécaniques réciproques modélisées par des forces telles que :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$$

Ces forces ont **même direction**, **même valeur**, mais sont de **sens opposés**.

1 De l'action mécanique à la force

	A	B	C
1 Une action mécanique peut être :	à distance.	de contact.	ni à distance, ni de contact.
2 Une action mécanique est modélisée par une force notée :	$\vec{F}_{\text{systeme extérieur/systeme étudié}}$	$\vec{F}_{\text{systeme extérieur/systeme étudié}}$	$\vec{F}_{\text{systeme étudié}}$
3 L'unité de la valeur de la force est :	le kilogramme.	le pascal.	le newton.
4 On représente une force par :	une droite.	un vecteur.	un segment.
5 La force \vec{F} représentée : 	est la force qui modélise l'action exercée par le chariot sur la fille.	est la force qui modélise l'action exercée par la fille sur le chariot.	a une direction d'angle α avec l'horizontale et un sens de la droite vers la gauche.

2 Exemples de forces

	A	B	C
6 L'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle entre deux systèmes A et B est :	$\vec{F}_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d} \cdot \vec{u}_{BA}$	$\vec{F}_{A/B} = G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{BA}$	$\vec{F}_{B/A} = -G \cdot \frac{m_A \cdot m_B}{d^2} \cdot \vec{u}_{BA}$
7 L'expression vectorielle du poids d'un système S à proximité d'un astre A est :	$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$	$\vec{P} = m \cdot \left(\frac{G \cdot m_A}{R^2} \right) \cdot \vec{u}_{SA}$	dirigée suivant la verticale du lieu.
8 La force modélisant l'action d'un support est :	horizontale.	verticale.	perpendiculaire au support.
9 La force modélisant l'action d'un fil sur un système a pour direction le fil. Le sens est :	toujours vertical.	du système vers le fil.	du fil vers le système.

3 Principe des actions réciproques

	A	B	C
10 Lorsque l'on enfonce un clou avec un marteau dans une planche :	le marteau exerce une action mécanique sur le clou.	le clou exerce une action mécanique sur le marteau.	le clou exerce une action mécanique sur la planche.
11 $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ implique que les forces ont :	même direction.	même sens.	même valeur.
12 La loi qui énonce cette égalité des forces $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ est :	le principe des actions réciproques.	la première loi de Newton.	la troisième loi de Newton.

15 Voiture à l'arrêt

On étudie une voiture à l'arrêt sur une route plane et horizontale. Cette voiture est représentée par un point V.

1. Indiquer les actions mécaniques que subit la voiture.
2. Représenter, sans souci d'échelle, les forces modélisant ces actions mécaniques.

16 Tir à l'arc

Un archer tire sur la corde de son arc afin de décocher une flèche horizontalement. La valeur de la force qui modélise l'action exercée par la main sur la corde est de 225 N.

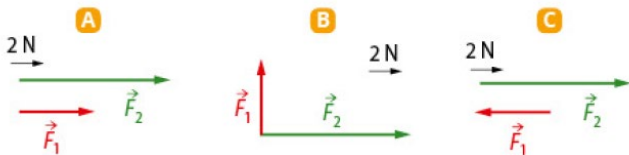
Donnée :

Échelle : 1,0 cm représente 100 N.

Représenter la force modélisant l'action de la main sur la corde en un point C.

17 Différentes forces

Les forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 représentant diverses actions mécaniques sont tracées ci-dessous à la même échelle.



Donner les caractéristiques des forces \vec{F}_1 et \vec{F}_2 dans chaque cas.

DONNÉE
 Intensité de la pesanteur sur Terre :
 $g_T = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

21 Io, satellite naturel de Jupiter

Jupiter est une planète du Système solaire qui possède plusieurs satellites naturels en rotation autour d'elle, dont Io. Ici, Jupiter est représenté par le point J et Io par le point I.



1. Identifier l'interaction modélisée par la force représentée sur le schéma.
2. Donner l'expression vectorielle de cette force d'interaction.

22 Encore Io et Jupiter !



Si la planète Jupiter attire sa lune Io, alors Io attire Jupiter.

Données :

Masse de Io : $M_I = 8,93 \times 10^{22} \text{ kg}$.

Masse de Jupiter : $M_J = 1,90 \times 10^{27} \text{ kg}$.

Distance Jupiter-Io : $d = 4,22 \times 10^5 \text{ km}$.

Constante de gravitation universelle :

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$$

Échelle des forces : 1,0 cm représente $3,00 \times 10^{22} \text{ N}$.

1. Donner l'expression vectorielle de la force d'interaction $\vec{F}_{I \rightarrow J}$?
2. Calculer la valeur de cette force.
3. Tracer cette force à l'échelle donnée ci-dessus.

23 Le poids sur différentes planètes

On donne les masses de trois planètes et les intensités de pesanteur moyenne g à leur surface.

Planète	Masse (en kg)	g (en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$)
Mercure	$3,3 \times 10^{23}$	2,9
Terre	$6,0 \times 10^{24}$	9,8
Jupiter	$1,9 \times 10^{27}$	26

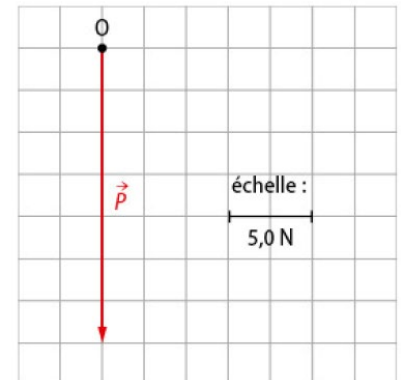
De plus, les valeurs de l'intensité de pesanteur sont différentes sur Terre. Par exemple à Paris, g vaut $9,811 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$, au sommet du mont Blanc $9,792 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1. D'après les données de l'exercice, de quelles grandeurs dépend l'intensité de pesanteur ?
2. En utilisant le fait que l'intensité de la force qui modélise l'attraction subite par un objet à la surface d'un astre est égale à la valeur de son poids, rappeler la relation justifiant la réponse à la question 1.

25 La masse inconnue

Le schéma ci-contre représente le poids d'un objet de masse inconnue.

1. Citer l'appareil de mesure qui a permis de déterminer la valeur du poids.
2. Déterminer cette valeur.
3. En déduire la masse de l'objet.



30 La Station spatiale internationale ISS



La Station spatiale internationale ISS est le plus grand des objets artificiels, placé en orbite autour de la Terre à une altitude h de 400 km.

Données :

Rayon de la Terre : $R_T = 6\,371\text{ km}$.

Masse de la Terre : $M_T = 5,97 \times 10^{24}\text{ kg}$.

Masse de la station : $m = 435\text{ t}$.

Constante de gravitation universelle :

$G = 6,67 \times 10^{-11}\text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.

LES CLES DE L'ENONCE

- ▶ L'ISS est en orbite, donc tourne autour de la Terre grâce à l'interaction gravitationnelle : l'ISS ne subit qu'une **action mécanique**.
- ▶ L'altitude de l'ISS permet de calculer la **distance** séparant le centre de la Terre du centre du système étudié.

1. a. Représenter sur un schéma sans souci d'échelle :

- la Terre T et la station S (S supposée ponctuelle) ;
- un vecteur unitaire \vec{u} orienté de la station vers la Terre ;
- la force modélisant l'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la station.

b. **Donner** l'expression vectorielle de cette force en fonction du rayon R_T de la Terre, de l'altitude h de l'ISS, des masses de la Terre et de l'ISS, et du vecteur unitaire.

2. Déterminer la valeur de cette force.

LES QUESTIONS À LA LOUPE

- ▶ **Représenter sur un schéma** : réaliser un schéma en appliquant un modèle.
- ▶ **Donner** : écrire sans démontrer une loi.
- ▶ **Déterminer** : mettre en œuvre une stratégie pour trouver un résultat.

27 35 min Équilibre

Effectuer des calculs ; faire un schéma adapté ; construire des vecteurs.

Un acrobate se tient en équilibre au sol en reposant sur une seule de ses mains.

1. À quelles actions l'acrobate est-il soumis ? Les représenter sur un diagramme objets-interactions.
2. Calculer la valeur P du poids de cet acrobate et représenter \vec{P} en utilisant l'échelle $1\text{ cm} \leftrightarrow 200\text{ N}$.
3. a. Donner l'expression vectorielle de la force gravitationnelle $\vec{F}_{\text{Terre}/\text{acrobate}}$ exercée par la Terre sur l'acrobate.
b. Calculer sa valeur $F_{\text{Terre}/\text{acrobate}}$.
c. Comparer les deux valeurs P et $F_{\text{Terre}/\text{acrobate}}$.
4. Quelle force l'acrobate exerce-t-il sur la Terre ?
5. a. Quelle force le sol exerce-t-il sur l'acrobate ?
b. Représenter la force modélisant l'action du sol sur l'acrobate.

Données

- Sur la Terre, $g = 9,8\text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.
- $G = 6,67 \times 10^{-11}\text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$.
- Masse de la Terre : $m_T = 6,0 \times 10^{24}\text{ kg}$.
- Masse de l'acrobate : $m_{\text{acrobate}} = 72\text{ kg}$.
- Rayon de la terre : $R_T = 6,4 \times 10^3\text{ km}$.

