

Chapitre 11 : Les actions mécaniques

Extrait Programme 2^{nde}

Modélisation d'une action par une force	- Modéliser l'action d'un système extérieur sur le système étudié par une force. Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens.
Principe des actions réciproques (3 ^{ème} loi de Newton)	- Exploiter le principe des actions réciproques - Distinguer actions à distance et actions de contact.
Caractéristiques d'une force :	- Identifier les actions modélisées par des forces dont les expressions mathématiques sont connues a priori.
Force d'interaction gravitationnelle	- Utiliser l'expression vectorielle de la force d'interaction gravitationnelle.
Poids	- Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet, approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface de la planète.
Force exercée par un support, et par un fil	- Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.

I- Modélisation d'une action mécanique

Voir TP : Mesurer des forces

Une action mécanique peut être modélisée par une force. Elle est représentée par un vecteur

$\vec{F}_{\text{acteur/receveur}}$. Elle possède quatre caractéristiques :

- son point d'application (origine du vecteur)
- sa direction
- son sens
- sa valeur (longueur de la flèche) exprimée en Newtons (N)

Une action mécanique peut être de deux types :

- Lorsque l'acteur et le receveur sont en contact, c'est une action de contact.
- Lorsque l'acteur et le receveur ne sont pas en contact, c'est une action à distance. Ces actions ne sont que trois : gravitationnelle, magnétique et électrique.

Application : Remplir le tableau suivant.

Situations	 A	 B
------------	--	--

Liste des forces exercées sur le ballon	<ul style="list-style-type: none"> - $\vec{F}_{Terre/ballon} = \vec{P}$ - $\vec{F}_{pied/ballon}$ 	$\vec{F}_{Terre/ballon} = \vec{P}$		
Schéma des forces				
Caractéristique des forces	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;"> Pt d'app. : centre ballon Direction : verticale Sens : bas </td> <td style="width: 50%;"> Pt d'app. : contact pied / ballon Direction : droite du tir Sens : sens du tir </td> </tr> </table>	Pt d'app. : centre ballon Direction : verticale Sens : bas	Pt d'app. : contact pied / ballon Direction : droite du tir Sens : sens du tir	Pt d'app. : centre ballon Direction : verticale Sens : bas
Pt d'app. : centre ballon Direction : verticale Sens : bas	Pt d'app. : contact pied / ballon Direction : droite du tir Sens : sens du tir			

[Parcours Solo : n°12 p 187](#)

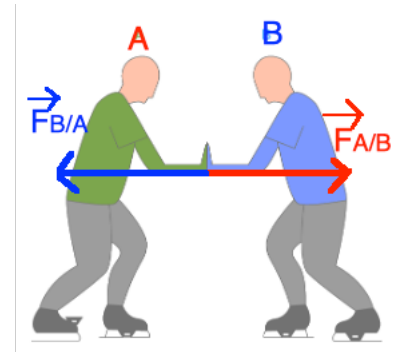
II- Le principe des actions réciproques

Newton énonça trois principes, qui ont posé les bases de la mécanique classique, encore étudiée aujourd'hui.

Le principe des actions réciproques est le troisième d'entre eux :

Si un système A exerce une force $\vec{F}_{A/B}$ sur un système B, alors le système B exerce en même temps une force $\vec{F}_{B/A}$ sur le système A.

On a la relation $\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

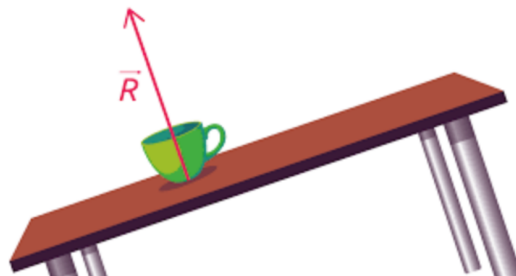


[Application : n°14 p187](#)

[Parcours Solo : n°29 p 191](#)

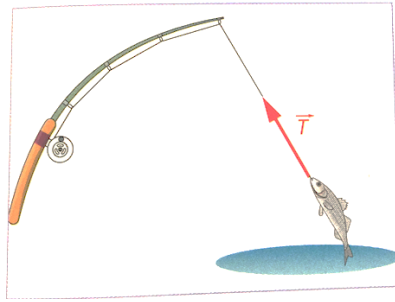
III- Les actions mécaniques de contact

La force exercée par un support $\vec{F}_{support/système}$ est appelée réaction du support et se note \vec{R} . Elle a une direction perpendiculaire au support et est orientée du support vers le système.



La force exercée par un fil $\vec{F}_{fil/système}$ est appelée tension du fil et se note \vec{T} .

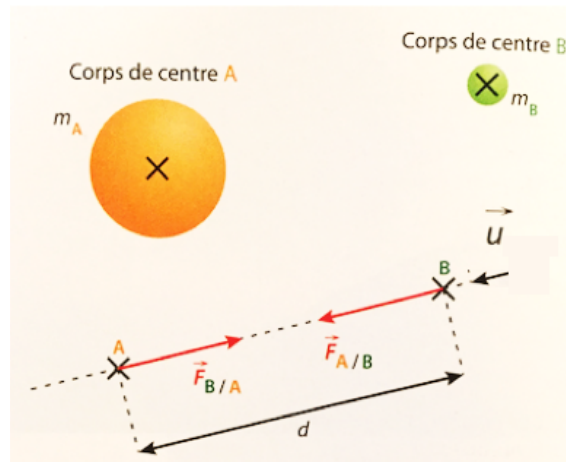
Elle a la même direction que le fil et est orientée du point d'accroche du système vers le fil.



IV- Une action à distance : l'interaction gravitationnelle

1- La force d'attraction gravitationnelle

Le vecteur \vec{u} est un vecteur porté par la droite (AB) de même sens que la force $\vec{F}_{A/B}$ de norme 1. On parle de vecteur unitaire, il sert à orienter la droite.



L'interaction gravitationnelle est une action à distance, et elle a pour expression :

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

G est la constante de gravitation et vaut $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

m_A et m_B sont en kilogramme (kg), d en mètres (m) et F en Newton (N).

	$\vec{F}_{A/B}$	$\vec{F}_{B/A}$
Origine	Centre de B	Centre de A
Direction	Droite (AB)	
Sens	Vers A	Vers B
Valeur	$F_{A/B} = F_{B/A} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$	

Application : On considère la planète Mars, de masse $m_{\text{Mars}} = 6,39 \cdot 10^{23} \text{ kg}$. La planète est attirée par le Soleil de masse $m_{\text{Soleil}} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$, situé à une distance $d = 2,28 \cdot 10^8 \text{ km}$ de Mars.

- 1) Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle du Soleil sur Mars.
- 2) Quelle est la valeur de la force d'attraction gravitationnelle de Mars sur le Soleil ?

Réponse :

$$\text{On a } F_{\text{Soleil/Mars}} = F_{\text{Mars/Soleil}} = G \times \frac{m_{\text{Soleil}} \times m_{\text{Mars}}}{d^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{1,99 \cdot 10^{30} \times 6,39 \cdot 10^{23}}{(2,28 \cdot 10^8 \times 10^3)^2} = 1,63 \cdot 10^{21} \text{ N}$$

Application : n°16 p 187

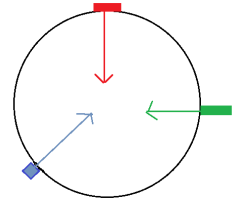
Parcours Solo : n°26 p 190 (corrigé calcul de d), n°24 p 189 (corrigé-visualisation formule plus difficile)

2- Le poids

Voir TP2 : Poids et masse

Le poids \vec{P} d'un objet est la force d'attraction gravitationnelle exercée par la planète sur laquelle il se trouve sur l'objet. Il a pour

- origine : le centre de gravité de l'objet,
- direction : la verticale du lieu,
- sens : vers le centre de la planète
- valeur : $P = m \times g$ avec g l'intensité de pesanteur ($g = 9,81 \text{ N/kg}$), m en kg et P en N



Application : n°17 p 187, n°27 p 190 (équilibre de forces)

Application : Qu'est-ce qui est plus difficile : Jongler avec trois bouteilles d'un litre et demi d'eau sur la Lune ou avec trois canettes de 275 g de soda sur Vénus ?

Données :

- Masse volumique de l'eau $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \text{ kg/L}$
- Informations sur les astres :

Astres	Vénus	Lune
Masse (en kg)	$4,87 \cdot 10^{24}$	$7,34 \cdot 10^{22}$
Rayon (en km)	6 052	1 737

1- On a vu que le poids \vec{P} d'un objet posé à la surface d'un astre est égal à la force gravitationnelle $\vec{F}_{\text{astre/objet}}$ exercée par l'astre sur l'objet. Montrer que $g_{\text{astre}} = G \times \frac{m_{\text{astre}}}{R_{\text{astre}}^2}$

$$\text{On a } F_{\text{astre/objet}} = G \times \frac{m_{\text{astre}} \times m_{\text{objet}}}{d^2} \text{ avec } d = R_{\text{astre}}$$

(d = distance entre le centre de l'astre et l'objet = le rayon de l'astre)

$$\text{Donc } F_{\text{astre/objet}} = G \times \frac{m_{\text{astre}} \times m_{\text{objet}}}{R_{\text{astre}}^2}$$

$$\text{De même : } P = m_{\text{objet}} \times g_{\text{astre}}$$

Or le poids est la même force que la force d'attraction gravitationnelle

$$F_{\text{astre/objet}} = P$$

En remplaçant par chacune des expressions, on a :

$$\begin{aligned} G \times \frac{m_{\text{astre}} \times m_{\text{objet}}}{R_{\text{astre}}^2} &= m_{\text{objet}} \times g_{\text{astre}} \\ \rightarrow G \times \frac{m_{\text{astre}} \times m_{\text{objet}}}{m_{\text{objet}} \times R_{\text{astre}}^2} &= g_{\text{astre}} \end{aligned}$$

$$\text{Ainsi } g_{\text{astre}} = G \times \frac{m_{\text{astre}}}{R_{\text{astre}}^2}$$

2- Répondre à la problématique.

$$\text{A.N : } g_{\text{Vénus}} = G \times \frac{m_{\text{Vénus}}}{R_{\text{Vénus}}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{4,87 \cdot 10^{24}}{(6052 \cdot 10^3)^2} = 8,87 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

$$g_{\text{Lune}} = G \times \frac{m_{\text{Lune}}}{R_{\text{Lune}}^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \times \frac{7,34 \cdot 10^{22}}{(1737 \cdot 10^3)^2} = 1,62 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Calculons

$$P_{\text{lune}} = m_{\text{bouteilles}} \times g_{\text{lune}} = 3 \times 1,5 \times 1,62 = 7,3 \text{ N}$$

$$P_{\text{Vénus}} = m_{\text{canettes}} \times g_{\text{Vénus}} = 3 \times 0,275 \times 8,87 = 7,3 \text{ N}$$

Conclusion : aucune situation n'est plus difficile qu'une autre : le poids est le même.