

Modéliser une force sur un système (chapitre 2 de Physique du thème mouvements et interactions)

Durée : 2 h

Introduction : Lors de la finale 1998, les têtes de Zidane ont permis à la France de mener 2/0 puis de gagner cette coupe du monde de football. Quelles sont les conséquences de la force exercée par la tête de Zidane sur le ballon ? (Voir A° du I°).

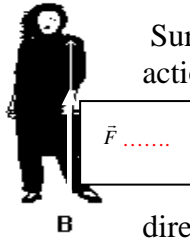
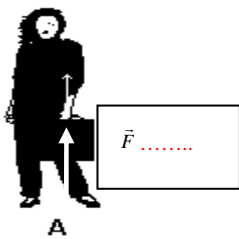
I°) Actions mécaniques et forces :

1) Pourquoi modéliser une action par une force ?

Le mouvement d'un corps peut être influencé de deux manières par une action mécanique. L'application d'une force (qui représente une action) peut se manifester par:

- La Modification de la trajectoire (ex : la force exercée par la tête de Zidane sur le ballon (système)celui-corner dans la cage brésilienne).
- La Modification de la (ex : la force exercée par la tête de Zidane sur le ballon va modifier du ballon : durant l'impact il y a une augmentation de la vitesse.
- La déformation de l'objet (ex : ballon plus comprimé pendant la tête de Zidane)

Notion de force : En physique **une action** (le fait d'agir) est modélisée, c'est à dire représentée, par une **force**. Celle-ci est caractérisée par : son **point d'application**, sa son et sa
..... On la représente par une flèche (un vecteur) dont et le sont ceux de l'action et dont la longueur dépend de la valeur de la force c'est à dire de l'intensité de l'action (plus la valeur de la force est grande plus la flèche représentant cette force est grande).
La valeur (ou norme) d'une force se donne en(unité) et elle se mesure avec un



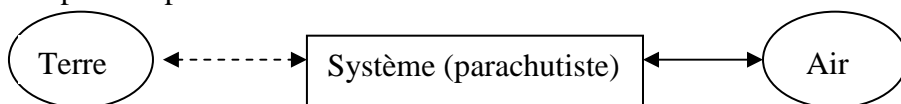
Sur le schéma ci-contre, le personnage A exerce sur le sac une action pour qu'il ne tombe pas. Cette action est modélisée par un vecteur force noté \vec{F} , cette force est (direction), dirigée vers le (sens). Sa sœur jumelle porte un sac plus lourd, la flèche est plus mais la direction et le sens sont les on note le vecteur force correspondant \vec{F}

2) Il existe deux types d'actions mécaniques :

Actions de contact : les objets se Exemples : - livre posé sur une table.
- pied qui tape dans un ballon

Actions à distance : les objets ne se Exemples : - interaction magnétique (entre deux aimants)
- interaction électrostatique (morceau de papier attiré par une règle en plastique frottée)
- interaction gravitationnelle : entre la Terre et un objet.

Pour s'aider à définir les forces agissant sur un système il est possible de faire l'inventaire des interactions à distance (représentés par des pointillées) et de contact (représentés par des traits pleins). Exemple : un parachutiste en chute libre :



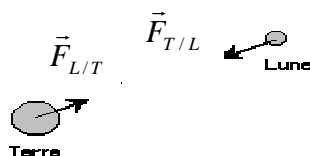
3) Principe des actions réciproques :

A une interaction entre un objet A et un objet B correspondent deux forces : l'une exercée par A sur B, notée, l'autre exercée par B sur A, notée Les deux forces associées à une même interaction sont toujours égales en valeur direction mais de sens opposés :

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

Exemple : Interaction à distance Terre / Lune. La Terre attire la Lune avec une force $\vec{F}_{T/L}$.

Réciproquement, la Lune attire la Terre avec une force $\vec{F}_{L/T}$ égale et opposée à $\vec{F}_{T/L}$: $\vec{F}_{T/L} = - \vec{F}_{L/T}$



II°) Exemples de forces caractéristiques :

1) La force d'interaction gravitationnelle :

Regarder l'animation <http://scphysiques.free.fr/2nde/documents/lgu.swf> et commenter l'évolution de l'attraction entre le satellite et la planète quand : le satellite se rapproche, la masse de la station augmente, la masse de la planète augmente. On constate que l'attraction entre le satellite et la planète augmente quand :

Ces 3 constats se retrouvent dans la relation suivante

L'intensité de la force de gravitation entre deux corps de masse m et m' , séparés par une distance d , exercent l'un sur l'autre des forces attractives F , de même valeur :

$$F = \frac{G \times m \times m'}{d^2}$$

F : force attractive entre les deux corps donnée en newton (N)

d : distance entre les centres des deux corps en mètre (m)

m et m' : en kilogramme (kg)

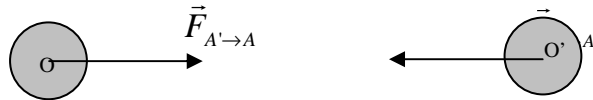
G : constante de gravitation universelle (souvent donné): $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ (unités S. I.)

Caractéristiques vectorielles :

Chaque force d'interaction gravitationnelle est représentée par un vecteur force de caractéristiques :

- point d'application : **centre des corps**
- direction : droite passant par les centres des deux corps
- sens : de l'un vers l'autre

Exemple :



objet A de masse m

objet A' de masse m'

Remarque : $\vec{F}_{A \rightarrow A'}$ (force exercée par A sur A') et $\vec{F}_{A' \rightarrow A}$ (force exercée par A' sur A) : même valeur, même droite d'action : la direction OO', des sens opposés. Ce sont des forces à actions réciproques.

Exercice 1:

- Calculer la valeur de la force de gravitation exercée par la Terre sur la Lune. Représenter cette force en choisissant une échelle.
- Calculer la valeur de la force de gravitation exercée par la Lune sur la Terre. Représenter cette force en choisissant une échelle **Données :** masse de la Lune : $m_L \approx 7,34 \times 10^{22} \text{ kg}$; masse de la Terre : $m_T \approx 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$; distance Terre –Lune (de centre à centre) : $3,84.10^5 \text{ km}$

2) Le poids :

Exercice 2 :

a) Calculer la force de gravitation exercée par la Terre sur une boule de masse 1,0 kg placée à 1,0 m au dessus du niveau de la mer.. **Données :** $m_T \approx 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$ $R_T \approx 6380 \text{ km}$

b) Montrer que l'on peut négliger la hauteur 1,0 m dans le calcul de cette force.

c) Ecrire cette force de gravitation sous la forme $P = m_{\text{boule}} \times g$ (avec m : masse de la boule), définir et calculer g .

Le poids P d'un corps de masse m peut-être identifié à la force de gravitation $F_{\text{Terre/corps}}$ exercée par la Terre sur ce corps : $P = F_{\text{Terre/objet}} = m \times g$ (m = masse de l'objet en kg et g : intensité de la pesanteur terrestre en N.kg^{-1}) avec :

$$g = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2} \approx \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 5,98 \times 10^{24}}{(6,38 \times 10^6)^2} \approx 9,8 \text{ N.kg}^{-1} \approx g \text{ (égalité valable au niveau de la mer)}$$

Exercice 3 : Variation du poids d'un même corps en différents points de la Terre : La Terre est légèrement aplatie aux pôles (et elle n'est pas tout à fait sphérique) ; Rayon de la Terre à l'équateur $R_E \approx 6386$ km
 Rayon de la Terre à Bordeaux $R_B \approx 6378$ km
 Rayon de la Terre aux pôles $R_P \approx 6369$ km

a°) Calculer les valeurs de g pour ces trois valeurs de R_T :

g équateur =

g bordeaux =

g pole =

b°) Pourquoi lance-t-on les fusées Arianes de Kourou (équateur) ?

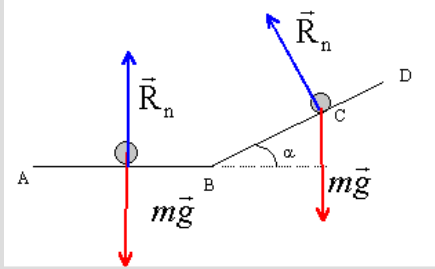
3) Force exercée par un support :

On appelle réaction \vec{R}_N du support la force exercée par le support (sol, plan incliné) sur le système étudié (boule, livre, voiture ...)

Direction: perpendiculaire au support

Sens : du support vers le système étudié.

Norme ou Valeur (en N): qui est proportionnel à la valeur de la réaction R



4) Force exercée par un fil :

On appelle tension \vec{T} du fil la force qui modélise l'action du fil sur le système étudié (boule d'un pendule ...)

Direction est celle du fil

Sens : elle est orientée de l'extrémité en contact avec le système vers l'extrémité opposée du fil.

Norme ou Valeur (en N): qui est proportionnel à la valeur de la tension T

