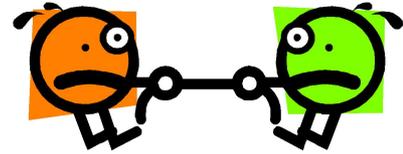


TP 22 : Modéliser une action par une force



Objectifs :

- Représenter une force par un vecteur ayant une norme, une direction, un sens.
- Exploiter le principe des actions réciproques.
- Utiliser l'expression vectorielle du poids d'un objet approché par la force d'interaction gravitationnelle s'exerçant sur cet objet à la surface d'une planète.
- Représenter qualitativement la force modélisant l'action d'un support dans des cas simples relevant de la statique.

I- Modélisation d'une action mécanique par une force

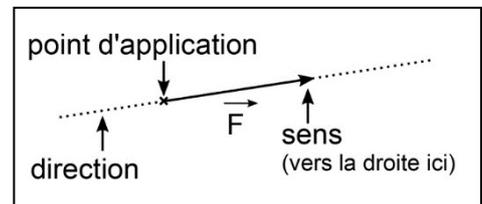
A. Comment modéliser une action mécanique ?

Lorsqu'un système agit sur un autre, il exerce une **action mécanique**. Le système qui crée l'action est appelé l'**auteur**, celui qui subit l'action est appelé le **receveur**.

On modélise une action mécanique par une **force notée F** que l'on représente par un **vecteur noté \vec{F}** .

Une force est caractérisée par :

- son **point d'application** : le point où agit la force ;
- sa **direction** (ou droite d'action) : droite selon laquelle elle agit ;
- son **sens** ;
- son **intensité**.



L'intensité d'une force se note $F_{\text{auteur/receveur}}$, elle se mesure à l'aide d'un **dynamomètre** et s'exprime en **newton** (symbole : N). Le vecteur correspondant se note $\vec{F}_{\text{Auteur/receveur}}$.

Le vecteur représentant la force aura une norme (une longueur) proportionnelle à l'intensité de cette force. Il faudra donc définir une échelle des forces.



Remarque : La lettre F est utilisée pour indiquer l'intensité de la force, alors que le symbole \vec{F} est utilisé pour le vecteur. On écrit $F = 5 \text{ N}$ et non pas $\vec{F} = 5 \text{ N}$.

1- Compléter :

force exercée par l'homme sur la caisse :

point d'application :

direction :

sens :

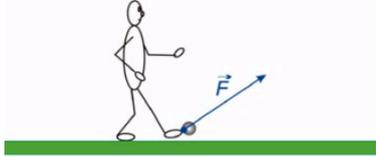
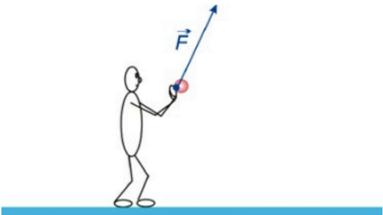
intensité : $F_{\text{homme/caisse}} = \dots\dots\dots$

Echelle de représentation : 1 cm correspond à 100N



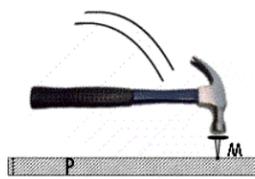
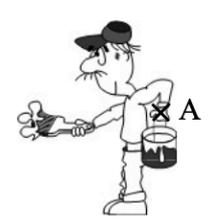
B. Exemples d'application

2- Déterminer l'intensité de la force en newton dans les situations suivantes :

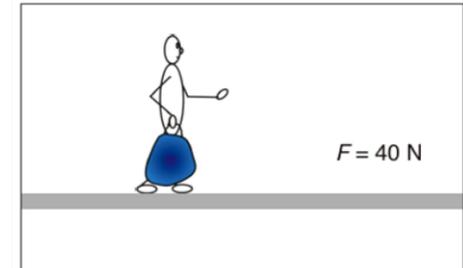
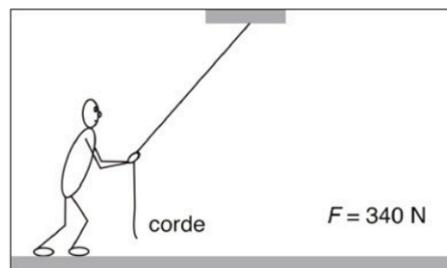
<p>Le footballeur tire au but : Echelle : 1 cm pour 40 N F =</p> 	<p>Le basketteur lance la balle Echelle : 1 cm pour 5 N F =</p> 
--	--

3- Compléter les pointillés suivants donnant les caractéristiques des forces.

4- Sur le dessin, tracer le vecteur représentant les forces suivant l'échelle : 1 cm pour 100 N. Attention : Ne pas oublier de noter à côté du vecteur la notation de la force.

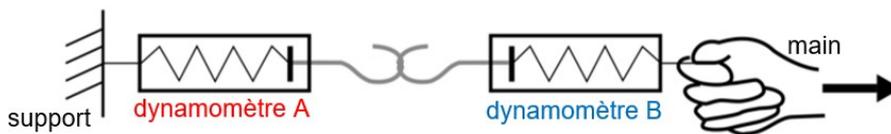
<p>Action du <u>clou</u> sur la <u>planche</u> : 150 N Notation de la force : Direction : Sens : Point d'application :</p> 	<p>Action de la <u>main</u> sur le <u>pot</u> de peinture : 250 N</p>  <p>Notation de la force : Direction : Sens : Point d'application :</p>
---	---

5- Tracer les vecteurs représentant les forces dans les cas suivants, noter à côté du vecteur la notation de la force.

<p><i>Force exercée par la valise sur la main du voyageur :</i> Echelle : 1 cm pour 20 N</p> 	<p><i>Force exercée par l'élève sur la corde :</i> Echelle : 1 cm pour 100 N</p> 
--	---

II-Principe des actions réciproques

- Accrocher un premier dynamomètre sur un support fixe.
- Accrocher le deuxième dynamomètre au premier, selon le schéma ci-dessous.
- Tirer délicatement et à l'horizontale sur le deuxième dynamomètre.

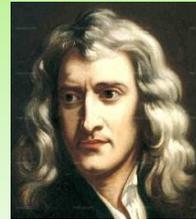


- 1- Que constate-t-on sur les intensités des forces mesurées sur les deux dynamomètres ?
- 2- Quels sont les deux objets exerçant une action sur le dynamomètre A ? On négligera l'attraction de la Terre.
- 3- Quels sont les deux objets exerçant une action sur le dynamomètre B ? On négligera l'attraction de la Terre.
- 4- Sur le schéma ci-dessus, tracer uniquement les deux vecteurs représentant les forces exercées par un dynamomètre sur l'autre, sans souci d'échelle. Ajouter la notation sur chaque force.

Principe des actions réciproques

Le physicien anglais Isaac Newton énonce un des grands principes de la physique appelé principe des actions réciproques :

« Tout système A exerçant une force sur un système B subit de la part du système B une force de même direction, de même intensité mais de sens contraire. »



5- Le principe des actions réciproques est-il vérifié dans l'expérience précédente ? Justifier.

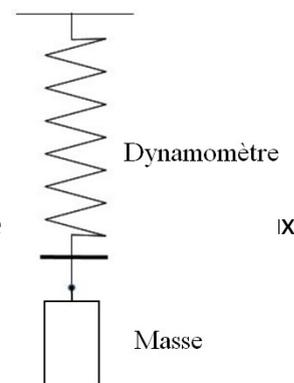
III- Action de contact

➤ Suspendre une masse de 200 g au dynamomètre.

- 1- Relever l'intensité de la force mesurée par le dynamomètre.
- 2- Sur le schéma ci-contre, tracer au point de contact entre le dynamomètre vecteurs représentant les forces exercées :
 - par la masse sur le dynamomètre.
 - par le dynamomètre sur la masse.

Choisir pour cela une échelle des forces : 1 cm représente N.

Ajouter la notation sur chaque force



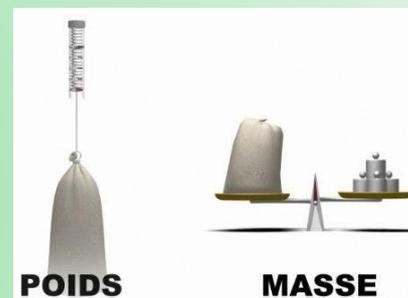
IV- Action à distance : le poids et la force d'interaction gravitationnelle

A. Le poids et la masse

Dans le langage de tous les jours, personne ne fait la différence entre le poids et la masse d'un objet. Mais c'est une erreur car le poids et la masse sont deux grandeurs différentes qui ne rendent pas compte du même phénomène!

La **masse** d'un objet, notée m , mesure simplement la quantité de matière contenue dans cet objet c'est à dire la somme des masses des particules qui constituent cet objet. Cette masse sera la même quel que soit l'endroit où se trouve l'objet dans l'univers. L'unité de masse est le kilogramme (kg).

Le **poids**, quant à lui, est noté P et mesure la force d'attraction qu'exerce un astre sur un objet. Ce qui signifie que le poids d'un objet varie dans l'univers et dépend de l'astre qui exerce l'attraction. Le poids, comme toute force, se mesure en newton (N).



Masse et poids sont des grandeurs différentes mais sont quand même reliées l'une à l'autre par la relation suivante :

$$P = m \times g$$

g : intensité de la pesanteur en $N.kg^{-1}$

- 1- Sur Terre, l'intensité de la pesanteur g est proche de $10 N.kg^{-1}$. Est-ce cohérent avec la mesure du dynamomètre dans l'expérience précédente ? Justifier par un calcul.

B. La force d'interaction gravitationnelle

➤ Ouvrir le lien suivant avec internet explorer :

<http://scphysiques.free.fr/2nde/documents/gravity.swf>

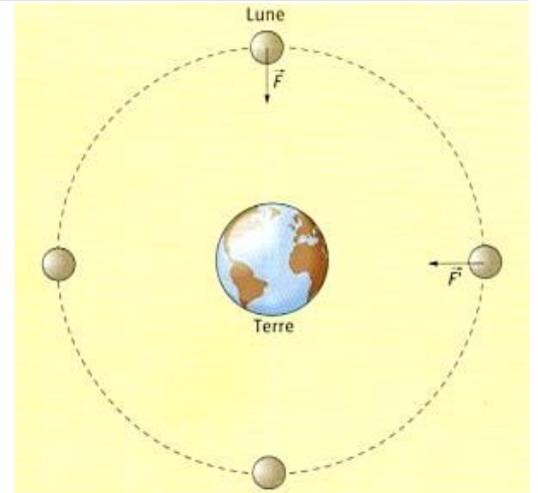
2- En utilisant l'animation, recopier et compléter correctement les phrases suivantes :

L'intensité de force gravitationnelle augmente quand la masse du satellite augmente / diminue et lorsque la masse de la planète augmente / diminue.
L'intensité de force gravitationnelle augmente quand la distance entre la Terre et le satellite augmente / diminue.

« La Lune gravite vers la Terre, et par la force de gravité elle est continuellement retirée du mouvement rectiligne et retenue dans son orbite.

La force (exercée par la Terre) qui retient la Lune dans son orbite est dirigée vers la Terre et sa valeur est inversement proportionnelle au carré de la distance entre le centre de la Lune et le centre de la Terre. [...] La gravité appartient à tous les corps, et elle est proportionnelle à la masse que chaque corps contient. »

Isaac Newton, « *Principes mathématiques de la philosophie naturelle* », 1687



3- Parmi les expressions suivantes, quelle est celle correspondant à la description de Newton ?

$$F = G \times m_T \times m_L \times d^2$$

$$F = \frac{G \times d^2}{m_T \times m_L}$$

$$F = \frac{G \times m_T \times m_L}{d^2}$$

F : en newton (N)

m_T et m_L : masses en kilogramme (kg)

d : distance en mètre (m)

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

Un objet situé à la surface de la Terre se situe à une distance du centre de la Terre égale au rayon terrestre (RT).

4- A l'aide des données ci-dessous, poser le calcul (Application littérale) puis calculer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur la masse du III, située à la surface de la Terre.

Données :

- Masse de la Terre : $m_T = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$
- Constante de gravitation $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Rayon de la Terre : $R_T = 6,378 \times 10^6 \text{ m}$

5- Comparer cette dernière valeur avec celle du poids mesuré par le dynamomètre.

6- Que peut-on alors dire du poids P d'un objet par rapport à la force d'interaction gravitationnelle F exercée par la Terre sur l'objet à sa surface ?