

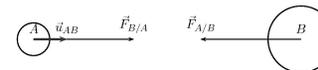
Rappel sur les forces

Classe de Terminale S

Gédéon Légaut

1 L'interaction gravitationnelle

1.1 Formulation vectorielle



Deux corps A et B s'attirent du fait de leur masse respective m_A et m_B par l'interaction gravitationnelle.

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

$G = 6.67 \times 10^{-11}$ u.S.I., AB est la distance entre les points A et B , $m_A m_B$ le produit des masses m_A et m_B , \vec{u}_{AB} est un vecteur unitaire partant de A et pointant vers B .

La valeur (ou la norme) de cette force est

$$F_{A/B} = G \frac{m_A m_B}{AB^2} = F_{B/A}$$

La force exercée par le corps A sur le corps B est de même valeur que la force exercée par le corps B sur le corps A .

1.2 Le poids

Dans le cas où on considère un objet (corps A) de masse m sur une planète de masse M (corps B), le rayon de cette planète étant R , l'expression de cette interaction devient

$$\vec{F} = G \frac{mM}{R^2} \vec{u}$$

le vecteur unitaire \vec{u} pointant de l'objet vers le centre de la planète. On appelle cette force *poids* \vec{P} et on sépare dans son expression, ce qui correspond à l'objet (m) de ce qui correspond à la planète (M, R) :

$$\vec{P} = m \vec{g} \quad \text{avec} \quad \vec{g} = G \frac{M}{R^2} \vec{u}$$

1.3 Le champ de pesanteur

Le vecteur \vec{g} défini ci-dessus est appelé *champ de pesanteur*. Sa direction est la verticale locale, son sens, vers le centre de la Terre. Son intensité est

$$g = G \frac{M}{R^2}$$

où M est la masse du corps attracteur (la planète considérée) et R la distance entre le *centre* de cette planète et l'objet en question. Pour un satellite tournant à une altitude h autour de la Terre de rayon R_T , on a $R = R_T + h$.

$$g(h) = G \frac{M}{(R_T + h)^2}$$

On note parfois g_0 la valeur du champ de pesanteur pour une altitude nulle $h = 0$:

$$g_0 = G \frac{M}{R_T^2}$$

Table des matières

1	L'interaction gravitationnelle	2
1.1	Formulation vectorielle	2
1.2	Le poids	2
1.3	Le champ de pesanteur	2
2	L'interaction coulombienne	3
2.1	Formulation vectorielle	3
2.2	Le champ électrique	3
2.3	La force électrique	3
3	La force de frottements	3
4	La réaction du support	4
5	La poussée d'Archimède	4
6	L'interaction forte	4
7	Force de rappel d'un ressort	4

et on a alors

$$g(h) = \frac{g_0}{\left(1 + \frac{h}{R_T}\right)^2}$$

2 L'interaction coulombienne

2.1 Formulation vectorielle

Deux charges électriques q_A et q_B de même signe se repoussent, de signe opposé s'attirent. La distance entre ces deux charges est notée AB . Coulomb a montré qu'il y avait une interaction entre ces deux charges

$$\vec{F}_{A/B} = k \frac{q_A q_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

Cette formulation vectorielle est vraie dans les deux cas ci-dessous (il faut prendre en compte le signe de $q_A q_B$).



Attraction (charges de signe opposé $q_A q_B < 0$)



Répulsion (charge de même signe $q_A q_B > 0$)

2.2 Le champ électrique

On peut faire un découpage identique à celui qui a été fait avec le poids. Dans ce cas, on regarde la force qui s'exerce sur une charge q (charge de l'objet A) mise en présence du champ électrique créé par la charge q_B en B :

$$\vec{F}_{A/B} = q \vec{E} \quad \text{avec} \quad \vec{E} = k \frac{q_B}{AB^2} \vec{u}_{AB}$$

2.3 La force électrique

On retiendra qu'une charge électrique q placée en présence d'un champ électrique \vec{E} subit une force $\vec{F} = q\vec{E}$.

3 La force de frottements

Lors d'un mouvement, il peut y avoir des frottements de nature diverse : frottements de l'air sur un projectile, frottements de l'eau sur un nageur, frottement du pneu d'une voiture sur la route, ...

D'une manière générale, les frottements sont opposés au mouvement (signe « - » de la formule). A faible vitesse, les frottements des fluides sur un système sont en général pris proportionnels à

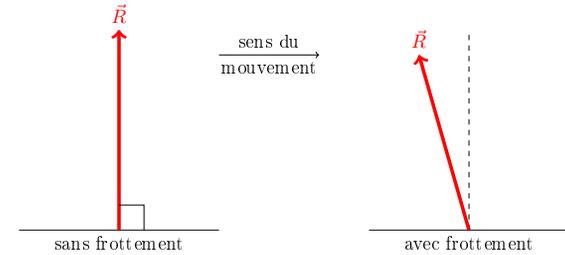
la vitesse

$$\vec{f} = -k\vec{v}$$

et à vitesse importante, proportionnels au carré de la vitesse $f = -kv^2$.

4 La réaction du support

On la note \vec{R} .



5 La poussée d'Archimède

Elle correspond au poids de liquide déplacé! On note ρ_l la masse volumique du liquide (et non celle du système), V le volume immergé du système, $\vec{\pi}$ la poussée d'Archimède.

$$\vec{\pi} = -\rho_l V \vec{g}$$

Direction verticale, orientée vers le haut (sens opposé au vecteur gravité \vec{g}).

6 L'interaction forte

C'est la force responsable de la cohésion des noyaux des atomes. En effet, les protons ayant une même charge électrique, ils devraient se repousser. Si ce n'est pas le cas, c'est qu'une force beaucoup plus forte les maintient ensemble.

L'interaction forte engendre une force de courte portée, au delà de laquelle, la répulsion coulombienne reprend ses droits.

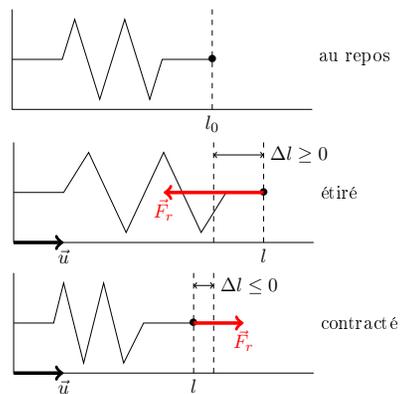
7 Force de rappel d'un ressort

Un ressort a une longueur à vide l_0 . Sous l'action d'une force, il peut s'allonger ou se contracter : il a alors une longueur l . On définit l'allongement du ressort par $\Delta l = l - l_0$. Au repos (sans aucune force appliquée sur le ressort), $\Delta l = 0$. Lorsque le ressort est étiré, $\Delta l \geq 0$ et quand le ressort est comprimé $\Delta l \leq 0$.

La force que le ressort applique sur le système est une force de rappel (qui a tendance à faire revenir le système vers sa position initiale) dont la norme est

$$F_r = k \times \Delta l$$

On trouve le sens de la force en regardant comment elle ramène le système vers sa position initiale.



Dans tous les cas (contracté ou étiré), l'expression vectorielle de cette force est

$$\vec{F}_r = -k \times \Delta l \vec{u}$$