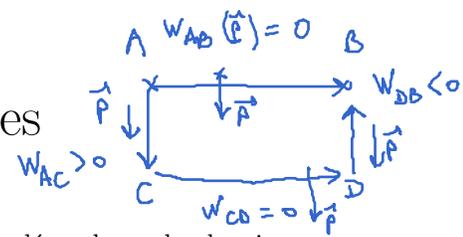


# Révisions de mécanique : les forces



Dans cette partie, on donne les expressions des forces à connaître parfaitement.

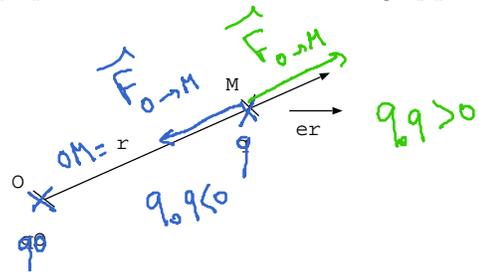
Parmi ces forces, certaines sont dites conservatives. Cela signifie que leur travail ne dépend pas du chemin suivi mais seulement des points de départ et d'arrivée. Ces forces sont caractérisées par une énergie potentielle définie par  $\delta W = \vec{F} \cdot d\vec{OM} = -dE_p$ .

Dans un exercice on peut vous demander de retrouver les expressions des énergies potentielles mais il faut aussi les connaître par coeur car on peut aussi vous demander de donner et d'utiliser ces expressions sans démonstration.

## Force d'interaction électrostatique entre deux charges:

La charge  $q_0$  placée en  $O$  exerce sur la charge  $q$  placée en  $M$  la force:  $\vec{F}_e = \dots \frac{q_0 \times q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r \parallel \vec{B}$

$\epsilon_0$ : permittivité du vide



Cette force est attractive dans le cas où ...  $q_0 \times q < 0$   
 (les charges de signe contraire)  
 Cette force est répulsive dans le cas où ...  $q_0 \times q > 0$   
 (les charges de même signe)  
 Cette force est conservative, l'énergie potentielle s'écrit  $E_{pe} = \dots \frac{q_0 \times q}{4\pi\epsilon_0 r} \parallel \vec{B}$

Démonstration de l'énergie potentielle:

$$\delta W(\vec{F}_e) = \vec{F}_e \cdot d\vec{OM} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r^2} \vec{e}_r \cdot d(r\vec{e}_r) = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r^2} dr = -dE_{pe} \Rightarrow \frac{dE_{pe}}{dr} = -\frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

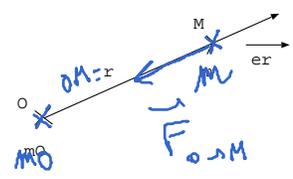
$\vec{OM} = r\vec{e}_r$   
 $d\vec{OM} = dr\vec{e}_r + \dots \vec{e}_\theta$

primitive:  $E_{pe} = \frac{q_0 q}{4\pi\epsilon_0 r} + \dots$

## Force d'interaction gravitationnelle entre deux masses:

La masse  $m_0$  placée en  $O$  exerce sur la masse  $m$  placée en  $M$  la force:  $\vec{F}_g = -\gamma \frac{m_0 \times m}{r^2} \vec{e}_r \parallel \vec{B}$

$\gamma$ : cste de gravitation universelle



Cette force est attractive.  
 Cette force est conservative, l'énergie potentielle s'écrit  $E_{pg} = \dots -\gamma \frac{m_0 m}{r} \parallel \vec{B}$

Démonstration de l'énergie potentielle:

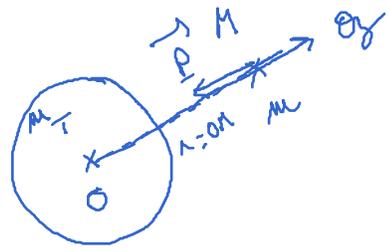
$$\delta W(\vec{F}_g) = \vec{F}_g \cdot d\vec{OM} = -\gamma \frac{m_0 m}{r^2} \vec{e}_r \cdot d(r\vec{e}_r) = -\gamma \frac{m_0 m}{r^2} dr = -dE_{pg}$$

$\vec{OM} = r\vec{e}_r$      $d\vec{OM} = dr\vec{e}_r + \dots \vec{e}_\theta$

$\frac{dE_{pg}}{dr} = \gamma \frac{m_0 m}{r^2}$  primitive:  $E_{pg} = -\gamma \frac{m_0 m}{r}$

## Le poids:

C'est la force d'interaction gravitationnelle entre la Terre et un objet. Cette force s'écrit  $\vec{P} = \dots \gamma \frac{m_T m}{r^2} \vec{e}_y$



$\vec{P} = m\vec{g}(M)$  par identification:  $\vec{g}(M) = -\gamma \frac{m_T}{r^2} \vec{e}_y$   
 champ de gravitation terrestre en M

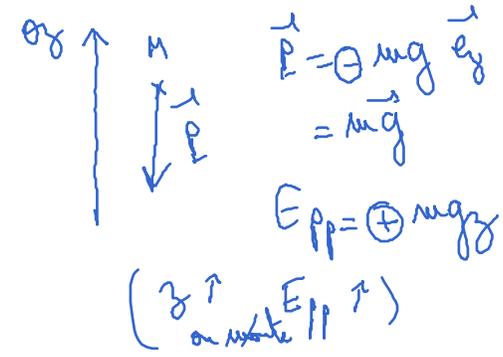
Dans le cas où le point matériel étudié possède une altitude négligeable par rapport au rayon de la Terre, soit ce point matériel est sur la surface de la Terre. La force poids s'écrit  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}_0$

avec  $\|\vec{g}_0\| = \dots \frac{M_T}{R_T^2} = 9,81 \text{ ms}^{-2}$

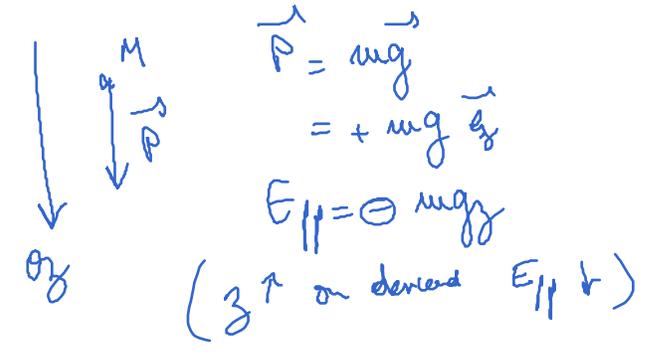
$OM = r \approx R_T$   
 $\vec{g} = -g \frac{m_T}{R_T^2} \vec{e}_z$

Cette force est conservative, son énergie potentielle augmente quand l'altitude augmente

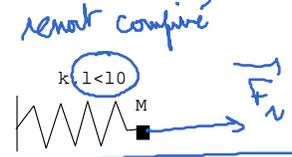
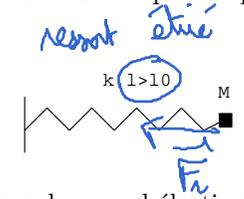
Si on désigne par Oz la verticale ascendante:



Si on désigne par Oz la verticale descendante:



**Force de rappel élastique:** soit un ressort de longueur à vide  $l_0$  et de constante de raideur  $k$ . On note  $l$  la longueur du ressort à un instant quelconque.

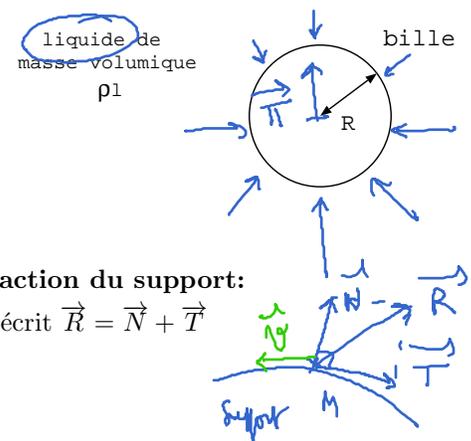


La masse  $m$  subit la force de rappel élastique de la part du  $\vec{F}_r = \dots -k (l - l_0) \vec{u}$  opposé vers M

$\vec{u}$  repère vers M ; vecteur unitaire

Cette force est conservative, l'énergie potentielle s'écrit  $E_{pr} = \dots \frac{k}{2} (l - l_0)^2$

**La poussée d'Archimède:**



♡ C'est la résultante des forces de pression exercées par un fluide sur un objet. Cette force est verticale ascendante égale au poids du volume de fluide déplacé par l'objet.

$\|\vec{\Pi}\| = \dots \rho_l \times \frac{4}{3} \pi R^3 g$   
 volume de l'eau si elle occupait la bille

cas particuliers: Sans frottement:  $\vec{R} = \vec{N}$

**La réaction du support:**

Elle s'écrit  $\vec{R} = \vec{N} + \vec{T}$

- $\vec{N}$  est la composante normale qui ne s'annule que lorsque M décolle du support
- $\vec{T}$  est la composante tangentielle qui est opposée au mouvement et qui est nulle lorsque il n'y a pas de frottement

♡ En présence de frottements, on note  $f$  le coefficient de frottement entre l'objet et le support. Les lois de Coulomb s'écrivent:

- en présence de glissement on a  $\|\vec{T}\| = f \|\vec{N}\|$
- en absence de glissement on a  $\|\vec{T}\| \leq f \|\vec{N}\|$

M immobile sur le support

$\vec{N}$  est  $\perp$  au support donc  $\perp$  à la vitesse:  $\vec{N}$  ne travaille pas  
 $\vec{T}$  travaille, elle n'est pas conservative