http://physalp.free.fr

spécialité	Thème : Actions et mouvement

Chapitre N°3
Relier les actions appliquées à un système à son mouvement

Objectifs :

1 Comment décrire le mouvement ?

1.1 :

1.2

2 Mouvement dans un champ

2.1 Champ de pesanteur uniforme :

2.2 Mouvement dans un champ électrique

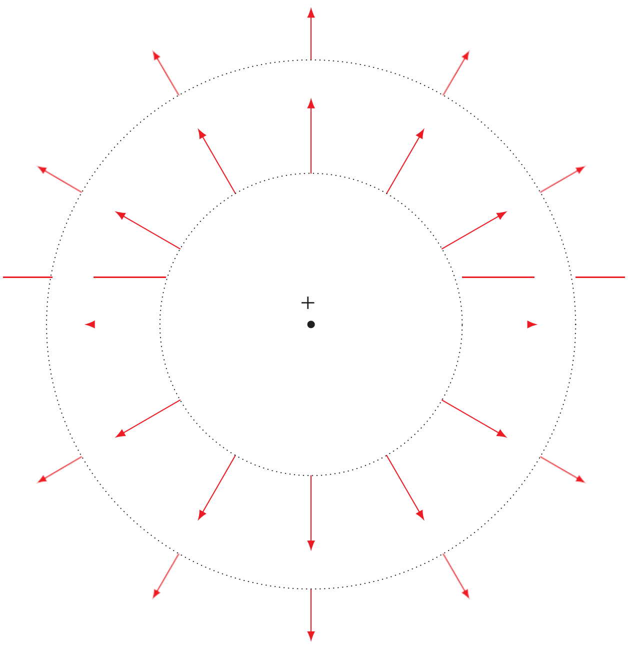
Champ créé par une charge électrique

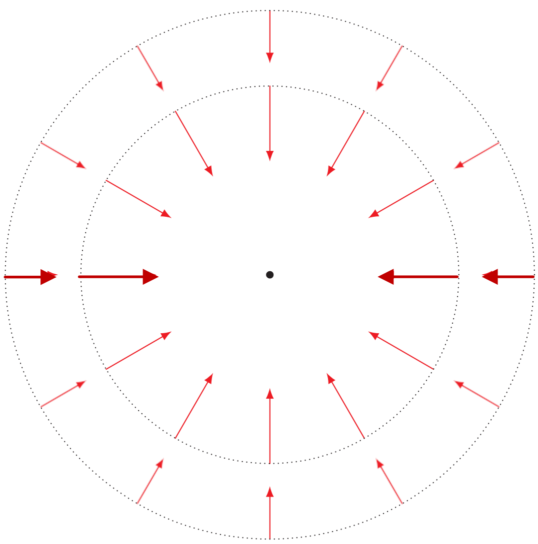
Une charge électrique q1 exerce sur une char éléctrique q2 à la distance r, une force électrique telle que :

$$\overrightarrow{F_{1/2}} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{r^2}\,\overrightarrow{u_{12}}$$

Ce qui peut s'écrire : $\overrightarrow{F_{1/2}} = q_2 \times \left(\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} \times \frac{q_1}{r^2}\,\overrightarrow{u_{12}}\right) = q_2 \times \overrightarrow{E(r)}$

$\overrightarrow{E(r)}$ est appelé vecteur champ électrique créé par la charge q1 et ne dépend que de sa charge et de la distance r. Il existe même si rien n'est en 2 !
Il est centripète ou centrifuge selon le signe de q1 et à symétrie sphérique.
Sa valeur diminue avec le carré de la distance.

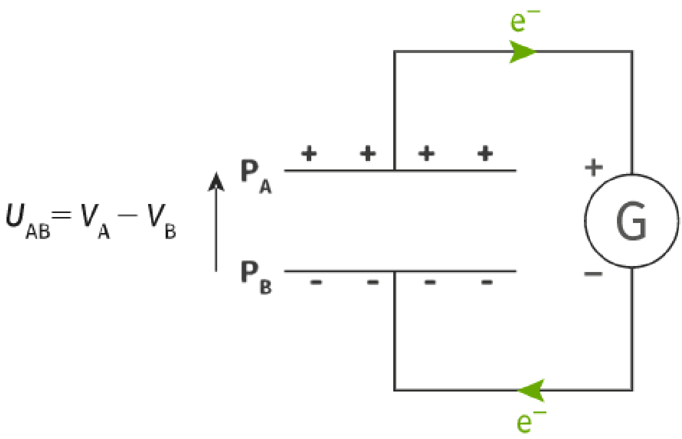




Autre exemple: Champ électrique créé par un condensateur plan:

Un condensateur est constitué de deux armatures conductrices, entre lesquelles on applique une différence de potentiel ou tension.

Les armatures, portées à deux potentiels différents, vont se charger suite à un déplacement d'électrons.



Considérons une particule chargée placée entre les armatures d'un condensateur plan à air.
Nous pouvons remarquer que la particule subit toujours la même force en tout point de l'espace situé entre les deux armatures. (la distribution de charge semble identique quel que soit le point considéré dans cet espace.)

Le champ électrique en tout point de l'espace situé entre les deux armatures d'un condensateur plan est uniforme. Ce qui signifie qu'il a même intensité, même direction, même sens.
L'intensité de la force que subit la charge est d'autant plus grande que l'on augmente la différence de potentiel (tension électrique) U_{AB} = VA - VB entre les deux plaques du condensateur, et d'autant plus faible que l'on augmente la distance d entre les deux plaques. Ainsi :

$$\boxed{E = \frac{U}{d}}$$

- La différence de potentiel s'exprime en Volt(V),
- l'épaisseur en mètre (m),
- donc le champ électrique peut aussi s'exprimer en volt par mètre (V/m)

Exemple : calculer le module du champ électrique entre les armatures d'un condensateur à air, d'épaisseur 10 cm et soumis à une différence de potentiel de 1000 V.

Voir exercices page 331

2.3 Mouvement dans un champ de gravitation

Un objet de masse M exerce une force de gravitation sur un autre objet de masse m situé à une distance r telle que

$$\overrightarrow{F_{1/2}} = -G\frac{mM}{r^2}\overrightarrow{u_{12}}$$

Où u12 est un vecteur unitaire.
Que se passe-t-il s'il n'y a plus d'objet massique en 2 ?
Autrement dit : reste-t-il "quelque chose" de l'objet 1 de masse M, en 2 ?
La force de gravitation exercée par 1 sur 2, peut aussi être écrit sous la forme :

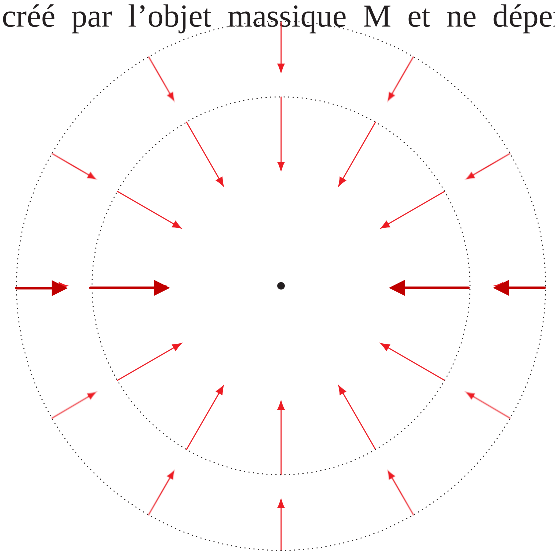
$$\overrightarrow{F_{1/2}} = m \times \underbrace{-G \times \frac{M}{r^2}\overrightarrow{u_{12}}}_{} = m \times \overrightarrow{G(r)}$$

$\overrightarrow{G(\vec{r})}$ est appelé vecteur champ de gravitation créé par l'objet massique M et ne dépend que de sa masse M et de la distance r.

Il existe même si rien n'est en 2 !

Il est centripète et à symétrie sphérique.

Sa valeur diminue avec le carré de la distance.



Mouvement des planètes et des satellites

Pour simplifier, le mouvement de la planète ou du satellite sera considéré circulaire.

Pour un satellite autour de la Terre (comme la Lune), l'étude sera menée dans un référentiel géocentrique. Pour une planète autour du Soleil, on utilisera un référentiel héliocentrique.

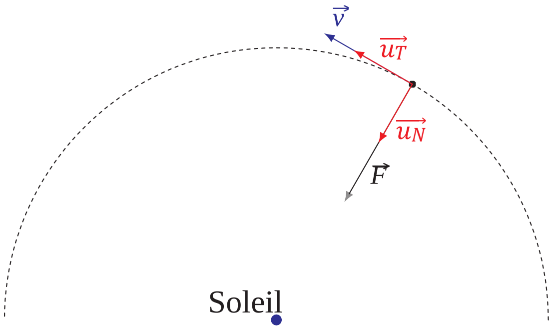
La planète ou le satellite se déplaçant dans le vide, la seule force agissant est donc la force de gravitation.

L'application de la deuxième loi de Newton amène à :

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

On montre que dans la base de Frenet : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\overrightarrow{u_T} + \frac{v^2}{r}\overrightarrow{u_N}$

D'où $G\frac{mM}{r^2}\overrightarrow{u_N} = m\left(\frac{dv}{dt}\overrightarrow{u_T} + \frac{v^2}{r}\overrightarrow{u_N}\right)$



Soit $\begin{cases} \frac{dv}{dt} = 0 \quad \text{le mouvement est uniforme !} \\ \\ G\frac{mM}{r^2} = m\frac{v^2}{r} \end{cases}$

$G\frac{M}{\mathrm{r}} = v^2$ À chaque orbite correspond une vitesse déterminée !

Sachant que la période de révolution de la planète est le temps mis pour réaliser un tour complet : $v = \frac{2\pi r}{T}$

$$G\frac{M}{\mathrm{r}} = \frac{4\pi^2 r^2}{T^2}$$

Ce qui peut s'écrire

$\frac{T^2}{\mathrm{r}^3} = \frac{4\pi^2}{GM}$ la troisième loi de Kepler !

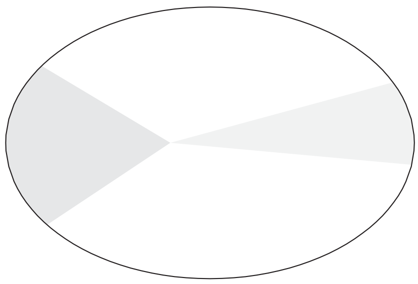
Première loi

Les planètes décrivent une ellipse dont le Soleil occupe un des deux foyers.

Le mouvement est donc plan !

Deuxième loi (loi des aires)

Le segment Soleil-Planète balaie des aires égales pendant des durées égales.



Troisième loi

Le rapport du carré de la période de révolution par le cube du demi-grand axe de l'ellipse est constante.