TEMPS, CINEMATIQUE ET DYNAMIQUES NEWTONIENNES

LES CONNAISSANCES DE BASE

I. MOUVEMENT PERIODIQUE

Les mouvements périodiques sont les mouvements qui se répètent dans le temps (oscillation d'un pendule per exemple).

Le mouvement périodique est caractérisé par :

- La période T et qui est égale à la plus petite durée pour que le mouvement se répète identiquement à lui-même.
- La fréquence f et qui égale à l'inverse de la période T: f = $\frac{1}{T}$

Avec, T en secondes (s) et f en hertz (Hz).

II. RELATIVITE DU MOUVEMENT

La trajectoire du mouvement d'un corps est le chemin formé par les différentes positions successives occupées dans l'espace par un point du corps (souvent c'est le centre du corps). La trajectoire dépend du référentiel qui doit être judicieusement choisi (le référentiel terrestre par exemple).

La description d'un mouvement peut être déterminée par la trajectoire d'un objet donné mais aussi par sa vitesse et par le référentiel.

On peut distinguer deux types de vitesse:

– **Vitesse instantanée** : égale à la vitesse à l'instant où on observe l'objet en question (la vitesse indiquée par le compteur d'une voiture par exemple).

– **Vitesse moyenne** : égale à la distance d parcourue entre deux positions, divisée par la durée t de son déplacement entre ces deux positions.

$$\mathbf{v} = \frac{d}{t} \qquad \textit{Equation (1)}$$

Avec, d en mètre (m) et t en secondes (s)

III. MODELISATION DE L'ACTION MECANIQUE

C'est la valeur de la vitesse et/ou la forme de la trajectoire du mouvement d'un objet sous l'effet d'une action mécanique. Cette action est modélisée par une force appliquée au point d'application

de l'objet. Généralement, l'effet d'une telle force sur le mouvement d'un objet diminue quand la masse augmente.

IV. LE PRINCIPE D'INERTIE

Tout objet soumis à un ensemble de forces qui se compensent (ou à aucune force) est :

- soit immobile
- soit en mouvement rectiligne uniforme et il gardera ce mouvement tant que les forces se compenseront (la réciproque est également vraie).

C'est le principe d'inertie. Ce principe n'est valable que dans certains référentiels appelés référentiels galiléens ou d'inertie. En effet, un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel l'expérience vérifie les conséquences du principe d'inertie.

Le référentiel du laboratoire (référentiel terrestre) peut être supposé galiléen (en réalité il ne l'est pas exactement du fait de la rotation de la Terre sur elle-même). Par contre, tout référentiel en mouvement rectiligne uniforme par rapport au référentiel terrestre est aussi galiléen.

V. LES DIFFERENTS CHAMPS

1. Champs et attractions gravitationnels

Tout corps de masse m, soumis à la force d'attraction gravitationnelle de la Terre $\vec{F}$, est placé dans le champ gravitationnel de la Terre $\vec{g}$(champ de gravitation). Le champ gravitationnel est une caractéristique de l'espace qui s'applique à tous les objets ayant une masse. Il dépend

principalement de la distance d qui sépare le centre de la Terre et le centre de l'objet (ou point d'application). Il est généralement orienté du point d'application de l'objet vers le centre de la Terre.

Pour un corps de masse m, le champ gravitationnel peut être exprimé par :

$$\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m} \qquad \textit{Equation (2)}$$

Avec $\vec{F}$ est la force d'attraction gravitationnelle de la Terre sur le corps.

La force d'attraction exercée par un corps A de masse m_A sur un autre corps B de masse m_B, est égale à celle exercée par B sur A et définie par :

$$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -G\frac{m_A.m_B}{d^2}\vec{u} \qquad \textit{Equation (3)}$$

Avec $\vec{u}$ vecteur unitaire dirigé de A vers B, G = constante de gravitation (G = $6{,}67.10^{-11}$ SI) et d= la distance entre les centres de A et B.

Appliquons cette expression de force d'attraction gravitationnelle entre la Terre de masse M et un corps de masse m.

Donc, on peut écrire que la force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la Terre sur ce corps est donnée par:

$$\vec{F} = -G\frac{m.M}{d^2}\vec{u} \qquad \textit{Equations (4)}$$

Avec $\vec{u}$ vecteur unitaire dirigé du centre de la Terre vers le centre du corps en question.

Les équations (2) et (4) nous permettent d'écrire que :

$$\vec{g} = -G \frac{M}{d^2} \vec{u} \qquad \textit{Equation (5)}$$

2. Champ de pesanteur terrestre ou local

Tous les corps qui sont placés près de la surface de la Terre sont soumis à des forces de pesanteur appelés les poids.

Le poids $\vec{P}$ correspond à la force de gravitation exercée par la Terre sur un corps, de masse m, placé près de sa surface. Il est exprimé par :

$$\vec{P} = m.\vec{g} \qquad \textit{Equation (6)}$$

Avec $\vec{g}$ est le champ de pesanteur

On considère que, localement, la direction et le sens du poids correspondent à un axe vertical orienté vers le bas. Il prend en effet le sens du champ gravitationnel $\vec{g}$

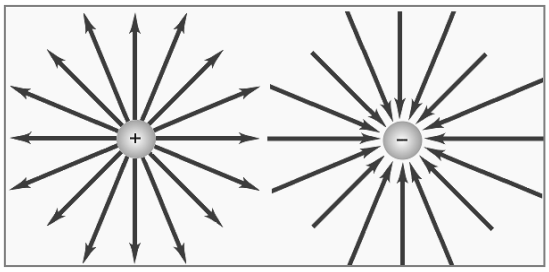
3. Champ électrostatique

On définit un champ électrostatique $\vec{E}$ produit par une charge q en tout point de l'espace qui l'entoure.

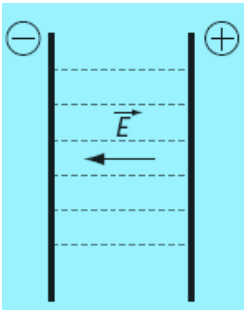
On appelle **ligne de champ électrostatique** la courbe tangente en chaque point au vecteur champ électrostatique défini en ce point.

Pour une charge ponctuelle positive (q>0), les lignes de champ électrostatique divergent.

Pour une charge ponctuelle négative (q<0), les lignes de champ électrostatique convergent.



Dans le cas d'un condensateur plan, le champ électrostatique s'oriente des charges positives vers les charges négatives.



Dans le cas du condensateur plan, la valeur E du champ électrostatique est définie par :

$$\mathbf{E} = \frac{U}{d} \qquad \textit{Equation (7)}$$

Avec E en V/m, U est la tension appliquée entre les deux électrodes en volts (V) et d égale à la distance entre les électrodes en mètres (m).

Une particule de charge q placée dans un champ électrostatique $\vec{E}$ est soumise à une force électrostatique $\vec{F}$. Cette force est exprimée par :

$$\vec{F} = q\vec{E} \qquad \textit{Equation (8)}$$

- si q>0, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont le même sens, donc : F = qE
- si q<0, $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont opposés, donc : F = -qE

Avec F en Newton (N), q en Coulomb (C) et E en V/m ou N/C.

Comparée à la force gravitationnelle qui est toujours attractive, la force électrostatique peut être attractive ou répulsive suivant le signe de la charge.