

I) Notion de champs

1.1) Des forces aux champs

Aspect historique.

Jusque dans la première moitié du XIX^{ème} siècle, les phénomènes physiques ont toujours été analysés d'un point de vue mécanique, c'est à dire en termes de **forces**.

Avec les expressions des forces d'interactions

- ✓ gravitationnelle, décrite par Newton, exercée par un objet de masse M, séparé par une distance d sur un objet de masse m.

$$F_{M/m} = G \cdot \frac{m \cdot M}{d^2}$$

- ✓ coulombienne décrite par Coulomb, exercée par une charge Q, séparée par une distance d sur une charge q.

$$F_{Q/q} = k \cdot \frac{|q \cdot Q|}{d^2}$$

Ce sont des **forces à distance** et donc on pourrait objecter à Newton la chose suivante : Comment l'objet A « sait-il » qu'il existe un objet massique B à une distance d de lui ? Autrement dit comment une force peut-elle agir instantanément à distance ?

Autre problème, comment calculer la force qui est exercée par une multitude de charges ? (Comme une plaque métallique chargée)

A cette question les scientifiques de la deuxième moitié du XIX^{ème} siècle répondent par l'introduction d'un concept nouveau, **le champ**, qui forme une nouvelle image de la réalité.

Un champ est la valeur, pour chaque point de l'espace, d'une grandeur physique.

Le champ peut être **scalaire** (valeur) comme la température ou la pression, ou **vectoriel** (avec une direction, sens et valeur) comme pour les vitesses ou la gravité.

Conséquence d'un point de vue interprétation des phénomènes :

Pour la gravitation, la particule massique B provoque par sa présence dans l'espace une modification locale des propriétés de celui-ci. Cette modification de l'espace se traduit mathématiquement par la présence d'un champ vectoriel de gravitation. La particule A se trouve alors baignée dans le champ de gravitation créé par B et y réagit proportionnellement à sa masse.

1.2) Définition des champs de forces et nouvelle expression des forces

On associe des champs aux interactions fondamentales électrique et gravitationnelle :

- Le champ électrique $\vec{E}$
- Le champ gravitationnel $\vec{G}$

Une particule de masse m placée dans un champ gravitationnel $\vec{\mathcal{G}}$, est soumise à une force d'attraction gravitationnelle :

$$\vec{F} = m \cdot \vec{\mathcal{G}}$$

Dans le cas d'un objet à la surface de la Terre $\|\vec{\mathcal{G}}\| = \frac{G \times M_T}{R_T^2}$

On parle alors de champ de pesanteur $\vec{\mathcal{G}} \approx \vec{g}$ avec l'accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Une particule chargée de charge q , placée dans un champ électrique $\vec{E}$, est soumise à une force d'attraction/répulsion électrique :

$$\vec{F} = q \cdot \vec{E} \quad \text{le champ } \vec{E} \text{ va toujours du } + \text{ vers le } -$$

Le champ crée par une seule charge est $E = k \frac{|Q|}{d^2}$

Entre 2 plaques chargées (condensateur), le champ est uniforme $E = \frac{U}{d}$
avec U la tension entre les plaques en V et d la distance entre les plaques en m.

- a) Le champ électrique et le champ gravitationnel sont-ils des champs scalaires ou des champs vectoriels ?

Ce sont des champs vectoriels étant donné que ces champs sont représentés par des vecteurs.

- b) Préciser l'unité de la norme du champ gravitationnel et celle du champ électrique.

La norme du champ gravitationnel s'exprime en m.s^{-2} ou N.kg^{-1} et la norme du champ électrique s'exprime en V.m^{-1} ou N.C^{-1} .

- c) On parle de **champ vectoriel** lorsqu'à tout point de l'espace on associe **un vecteur**.

Chaque vecteur a une direction, un sens et une intensité. Il va donc y avoir deux façons de procéder pour représenter les champs vectoriels :



On s'intéresse à l'intensité du champ et on trace les **lignes équipotentielles** : lignes sur lesquelles l'intensité du champ est identique.

On s'intéresse à la direction et au sens du champ et on trace les **lignes de champs** (on part d'un point de l'espace, et on suit la direction et le sens des vecteurs de champs en traçant une ligne fléchée tangente à ces vecteurs).

Les lignes équipotentielles sont perpendiculaires aux lignes de champs.