



Evaluation n°8 – Une petite histoire de champ.

Le mot « champ » est un mot que vous avez déjà rencontré au collège. En effet, vous avez étudié en français le champ lexical. Le champ lexical correspond à l'ensemble des mots qui se rapportent à une même réalité. Par exemple, le champ lexical de la guerre (conflit, combat, guerrier, guerroyer, soldat, blessure, arme, troupe).

Dans le cadre de la physique moderne, le concept de champ occupe une place majeure, toute aussi importante par ses conséquences que le quantum d'action. Il intervient dans toutes les théories de la physique quantique.

La révolution qu'entraîna l'introduction du concept de champ fut telle qu'il est nécessaire de s'y arrêter quelques instants pour en discuter afin d'avoir une idée bien claire de sa nature et de ses propriétés.

En 1861, après avoir analysé les travaux de Oersted et de Faraday, Maxwell créa le concept fondamental du "champ", abandonnant celui des fluides électriques dans l'éther. Par champ, il désignait une perturbation de l'espace qui, en chaque point, est un potentiel de force indépendant des corps qui pouvaient s'y trouver. "Le champ disait-il crée une toile à travers tout le ciel". Son effet peut être gravitationnel lorsque cette force est liée à la Terre, électrique autour d'une charge ou magnétique autour d'un courant électrique.

Etudions le champ électrique (Exercice 1 : Des particules chargées /4pts)

Une particule P portant une charge électrique équivalente à celle de 6 protons se trouve à une distance $d=1,0 \mu\text{m}$ d'une particule N portant une charge $q = 3 e$.

1. Expliquer pourquoi on parle de champ électrostatique autour de la particule P.
2. Donner l'expression du champ électrostatique en N.
3. Calculer la valeur de ce champ.

On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ SI}$

Etudions le champ magnétique (Exercice 2 /5pts).

Un solénoïde de longueur ℓ ($\ell = 40 \text{ cm}$) comporte 500 spires de rayon r ($r = 1,0 \text{ cm}$) ; le solénoïde est parcouru par un courant d'intensité $I = 2,00 \text{ A}$.

À l'intérieur d'un solénoïde « infini », la valeur du champ magnétique s'exprime par: $B = \mu_0 \frac{N}{\ell} I = \mu_0 n I$

Avec μ_0 est la perméabilité magnétique du vide et vaut $4\pi 10^{-7} \text{ SI}$

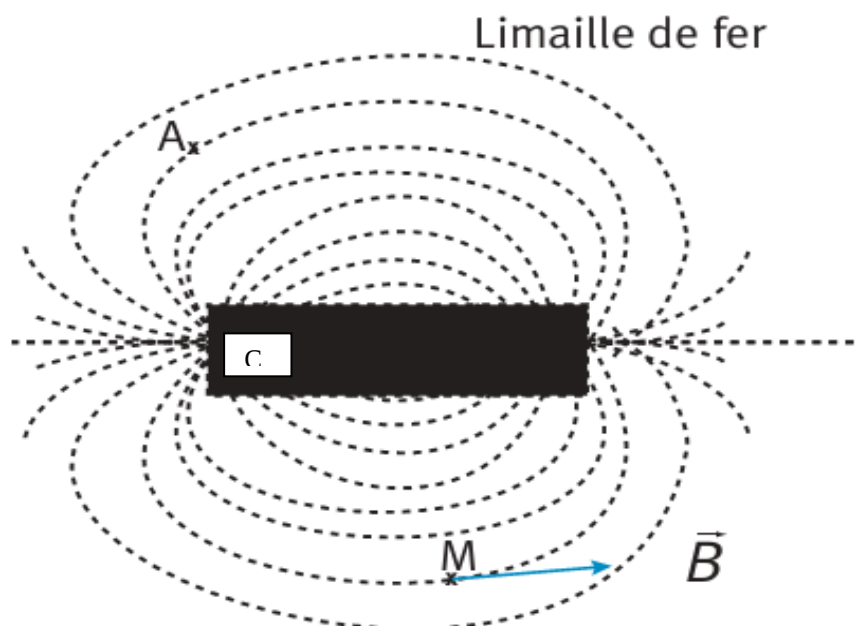
N représente le nombre de spires et ℓ la longueur du solénoïde et n le nombre de spires par mètre.

1. Avec quel appareil peut-on mesurer le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde ?
2. Calculer la valeur du champ magnétique au centre du solénoïde.

Le schéma ci-contre représente quelques lignes de champ magnétique orientées issues d'un aimant droit.

Le champ magnétique B est représenté au point M. On place en ce point une petite aiguille aimantée.

3. Au point A, il existe un champ magnétique B_1 dont la valeur est $5 \cdot 10^{-4} \text{ T}$. Quel est le nom de l'unité correspondant à la lettre T ?
4. En utilisant l'échelle de représentation suivante : $1 \text{ cm} \leftrightarrow 2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, représenter sur le schéma le vecteur champ magnétique B_1 au point A.
5. Quel est le pôle de l'aimant en C ?

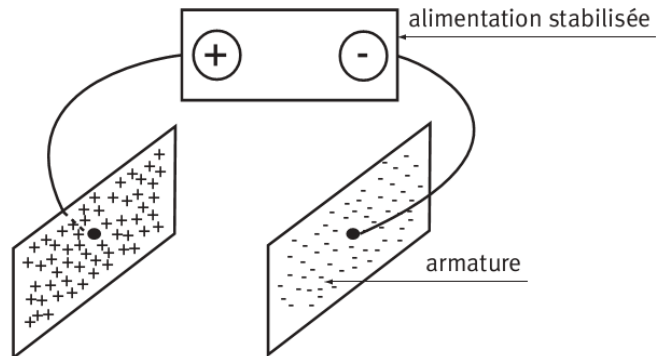




Etudions le condensateur (Exercice 3 /4pts).

Les armatures d'un condensateur plan sont distantes de 10,0 cm ; le diélectrique est de l'air. Un générateur de tension maintient entre les plaques une tension de 5 000 V.

1. Représenter le vecteur champ électrostatique sur le schéma.
2. Calculer la norme (valeur) du champ électrostatique entre les armatures.
3. Un ion chlorure (Cl^-) est placé entre les armatures (au milieu).
 - 3a) Représenter l'ion et le vecteur force qui lui est appliqué sur le schéma (sens et direction).
 - 3b) Calculer la valeur de la force subie par cet ion.

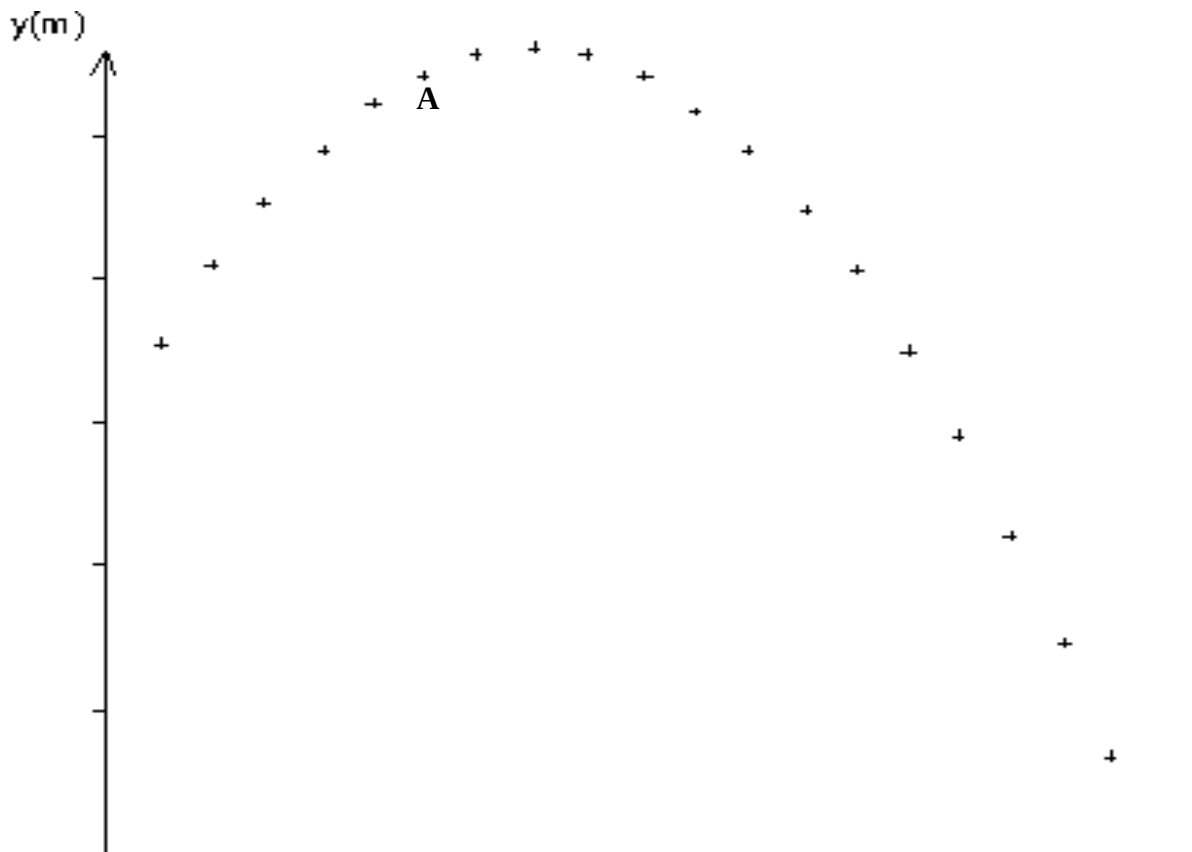


charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$
atome de chlore : ${}_{17}^{35} \text{Cl}$

Etude dans le champ gravitationnel (Exercice 4 /6pts)

On lance une balle de masse 200 g et on enregistre sa trajectoire toutes les 20 ms.

1. Déterminer la vitesse de la balle au point A.
2. Calculer son énergie cinétique en A.
3. Calculer son énergie potentielle de pesanteur en A (on prendra pour référence le sol).
4. En déduire son énergie mécanique A.



1 cm sur la feuille correspond à 0,50 m en réalité.

Problème scientifique (Exercice 5 /2pts).

A quelle vitesse initiale doit être lancée verticalement une fusée à eau de masse 600g pour qu'elle atteigne une hauteur de 15,0 m ?

On suppose que l'énergie se conserve, les frottements sont négligés.



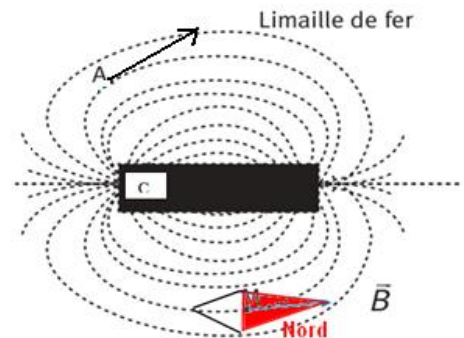
Etudions le champ électrique (Exercice 1 : Des particules chargées/4)

Une particule P portant une charge électrique équivalente à celle de 6 protons se trouve à une distance $d=1,0 \mu\text{m}$ d'une particule N portant une charge q.

1. En N, la particule subie une force due à P. On parle donc de champ.
2. $E = F/qN = k qP / d^2$
3. $E = 9,0 \cdot 10^9 \times 6 \times 1,6 \cdot 10^{-19} / (1,0 \cdot 10^{-6})^2 = 8640 \text{ V/m}$

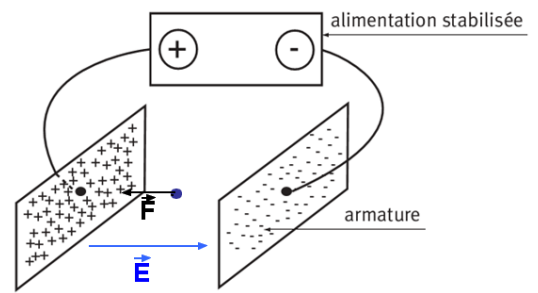
Etudions le champ magnétique (Exercice 2 /5).

1. On mesure le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde avec un teslamètre.
2. $B = 4\pi 10^{-7} \times 500 \times 2,00 / 0,40 = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ T}$
3. T correspond à Tesla.
4. Le vecteur aura pour longueur 2,5 cm. Il est orienté vers la droite.
5. Le champs B part de C (le champ va du nord vers le sud de l'aimant) : E est donc un pôle Nord de l'aimant



Etudions le condensateur (Exercice 3 /4).

1. Le vecteur champ électrostatique va de l'armature positive à l'armature négative.
2. Le champ électrostatique :
 $E = U / d = 5000 / 0,10 = 50\,000 \text{ V/m}$.
- 3a) Vecteur force F opposé à E car c'est une particule chargée négativement.
- 3b) Valeur de la force subie par cet ion
 $F = q \cdot E = 8,0 \cdot 10^{-15} \text{ N}$



Etude dans le champ gravitationnel (Exercice 4 /6)

On lance une balle de masse 200 g et on enregistre sa trajectoire toutes les 20 ms.

1. Pour calculer la vitesse de la balle, on mesure la distance avant et après le point A.
 $V = 1,5 \times 0,5 / (0,040) = 18,7 \text{ m/s}$.
2. L'énergie cinétique en A : $E_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2 = 0,5 \times 0,200 \times (18,7)^2 = 35,1 \text{ J}$.
3. L'énergie potentielle de pesanteur en A : $E_{pp} = m \cdot g \cdot h = 0,200 \times 9,81 \times (10,2 \cdot 0,5) = 10,0 \text{ J}$
4. L'énergie mécanique A : $E_m = E_c + E_{pp} = 45,1 \text{ J}$.

Problème scientifique (Exercice 5 /2).

Au départ, la fusée a une énergie cinétique : $E_{m1} = E_{c1} + 0 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = 0,5 \cdot 0,600 \cdot V^2$

Au sommet de sa trajectoire, elle n'a plus que l'énergie potentielle : $E_{m2} = 0 + E_{pp2} = m \cdot g \cdot z = 0,600 \cdot 9,81 \cdot 15,0$

L'énergie étant conservée : $E_{m1} = E_{m2}$ soit $0,3 \cdot V^2 = 88,29$ et $v = \text{racine}(88,29/0,3) = 17,1 \text{ m/s}$