

COMPÉTENCES ATTENDUES

- Pratiquer une démarche expérimentale pour cartographier un champ magnétique ou électrostatique.
- Connaître les caractéristiques : des lignes de champ vectoriel, d'un champ uniforme, du champ magnétique terrestre, du champ électrostatique dans un condensateur plan, du champ de pesanteur local.
- Identifier localement le champ de pesanteur au champ de gravitation, en première approximation.

I- LE CHAMP MAGNÉTIQUE

Une aiguille aimantée permet de repérer les propriétés magnétiques au point de l'espace où elle se trouve. Lorsqu'elle prend une direction et un sens particulier, c'est qu'il règne un champ magnétique en cet endroit. Par convention, on désigne par pôle Nord l'extrémité d'une aiguille aimantée qui désigne le Nord géographique (en direction du Manquehue) et par pôle Sud l'autre extrémité.



Remarque : Interaction entre aimants : 2 pôles de même nature se repoussent et 2 pôles différents s'attirent.

Le champ magnétique est un champ vectoriel. On représente le champ magnétique en un point de l'espace par un vecteur dont la direction est celle de l'aiguille aimantée placée sur ce point, dont le sens va du pôle sud au pôle nord de l'aiguille, et dont la valeur (unité : Tesla notée T) peut être déterminée par une mesure à l'aide d'un teslamètre.

Cartographier un champ consiste à déterminer les caractéristiques de ce champ en plusieurs points de l'espace et à en donner une représentation.

CARTOGRAPHIE DU CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN AIMANT DROIT

La magnétite Fe_3O_4 est une espèce chimique qui possède des propriétés magnétiques, elle est utilisée pour fabriquer des aimants et des boussoles.

✓ **Protocole**

- Placer l'aimant barre sur une feuille de papier, dessiner son pourtour.
- Déplacer l'aiguille aimantée autour de l'aimant en différents points (une quinzaine) et représenter le vecteur champ magnétique à chaque point (sans souci d'échelle).
- Tracer les lignes de champ magnétique (rappel : une ligne de champ est une courbe qui est tangente aux vecteurs qui représentent la grandeur physique).
- Vérifier votre cartographie à l'aide de la plaque plastique qui contient de minuscules aimants en la posant directement sur l'aimant droit et en tapotant légèrement.

1. Le champ magnétique créé par un aimant droit est-il uniforme ?

CARTOGRAPHIE DU CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN AIMANT EN U

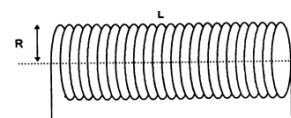
✓ **Protocole**

- À l'aide de la plaque plastique et de l'aiguille aimantée, cartographier le champ magnétique d'un aimant en U, en son intérieur et ses extrémités.

2. Dans quelle partie de l'aimant peut-on dire que le champ magnétique est uniforme ?

CARTOGRAPHIE DU CHAMP MAGNÉTIQUE D'UN ÉLECTROAIMANT

Nous allons faire circuler un courant électrique dans un solénoïde. Un solénoïde est l'enroulement d'un fil de cuivre dont la longueur est grande par rapport au rayon de la section (au moins $L > 5R$).



✓ **Protocole**

- On réalise le montage ci-contre et on fait circuler un courant d'intensité 2 A.
- On déplace une aiguille aimantée autour du solénoïde.

3. Que constate-t-on ? Des analogies avec un autre aimant sont-elles possibles ?

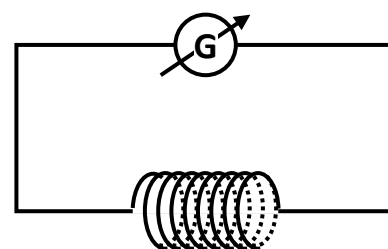
4. Schématiser les lignes de champ magnétique d'un solénoïde et représenter des vecteurs champ magnétique en quelques points.

- À l'aide de la sonde de Hall reliée au teslamètre, on mesure la valeur du champ magnétique en différents points à l'intérieur du solénoïde (plutôt proche du centre).

5. Comment peut-on considérer le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde ? Ajouter au schéma précédent quelques vecteurs champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.

- Vérifier toutes vos observations à l'aide de l'animation : **Aimant et électroaimant.jar**
- puis cocher : modéliser la Terre et déplacer la boussole.

6. Comment se comporte notre planète d'un point de vue magnétique ?



II- CHAMP DE GRAVITATION ET CHAMP DE PESANTEUR

CHAMP DE PESANTEUR

Au voisinage de la Terre, un objet A de masse m_A , est soumis à son poids \vec{P}_A . De même, un objet de masse m_B est lui aussi soumis à son poids \vec{P}_B . Ceci s'explique par le fait que la Terre crée autour d'elle un champ, appelé **champ de pesanteur**. C'est un **champ vectoriel** représenté en chaque point par un vecteur noté \vec{g} .

7. Donner les expressions de \vec{P}_A et de \vec{P}_B :

8. En déduire, de manière générale, l'expression du vecteur champ de pesanteur \vec{g} :

REPRÉSENTATION DES LIGNES DE CHAMP DE PESANTEUR ET DES VECTEURS CHAMP DE PESANTEUR



CHAMP DE PESANTEUR LOCAL

La valeur de g diminue d'environ 0,3 % si on s'élève de 10 km et sa direction varie d'environ 1° entre deux points distants de 100 km.

9. Comment peut-on alors considérer un champ de pesanteur local ?

10. Quelles sont alors les caractéristiques du vecteur champ de pesanteur :

- origine :
- direction :
- sens :
- intensité :

11. Dessiner quelques vecteurs \vec{g} sur cette photo :



CHAMP DE GRAVITATION

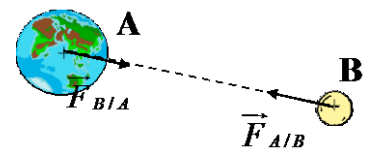
▣ **Rappel sur la gravitation universelle** : Deux corps de masses m_A et m_B , régulièrement réparties autour de leurs centres A et B, distants de d exercent l'un sur l'autre des forces gravitationnelles : c'est l'interaction gravitationnelle. Ces deux forces sont :

- appliquées aux centres A et B des deux corps,
- de même direction, celle de la droite AB,
- de sens opposé,

• de même valeur : $F_{A/B} = F_{B/A} = \frac{G \times m_A \times m_B}{d^2}$

avec m_A et m_B s'expriment en kg ; d s'exprime en m

et G : constante de gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$



Prenons comme un de ces objets, la Terre, alors celle-ci exerce, dans son environnement, sur un objet de masse m une force d'attraction gravitationnelle \vec{F} . Cela s'explique par le fait que la Terre crée autour d'elle un champ, appelé **champ de gravitation**. C'est un **champ vectoriel** représenté en chaque point par un vecteur noté \vec{G} .

12. Donner l'expression du vecteur champ de gravitation \vec{G} :



13. Donner l'expression de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet de masse m :
- se trouvant à sa surface :

 - se trouvant à une altitude z :

CHAMP DE PESANTEUR ET CHAMP DE GRAVITATION

À cause du mouvement de rotation de la Terre, le poids d'un objet, de masse m , n'est pas tout à fait identique à la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur cet objet.

14. Donner la relation que l'on a, en toute rigueur, en un même point P de l'espace :

Mais la différence entre les deux champs est faible; si bien qu'en négligeant l'effet de la rotation de la Terre autour de l'axe des pôles, on identifie le champ de pesanteur au champ de gravitation.

15. En déduire alors l'expression de l'intensité de la pesanteur g à la surface de la Terre :

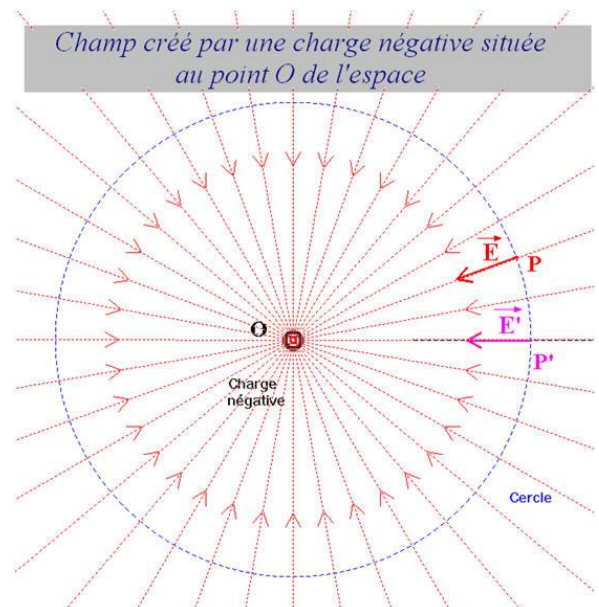
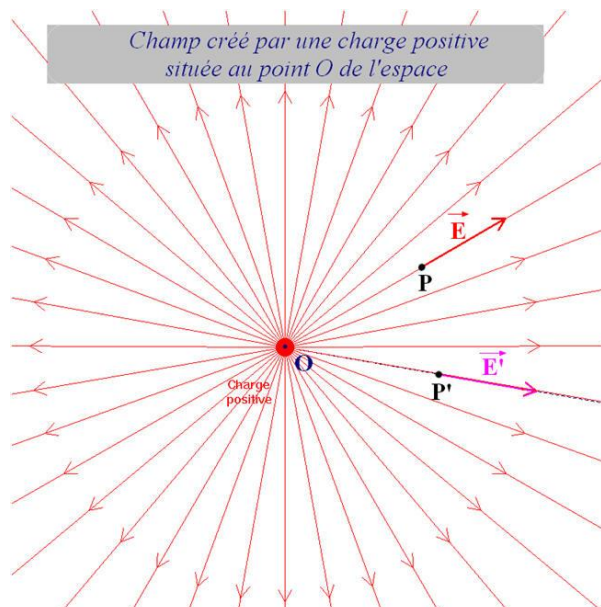
16. Justifier pourquoi la valeur de g aux pôles ($9,83 \text{ N.kg}^{-1}$) est légèrement supérieure à celle de g au niveau de l'équateur ($9,78 \text{ N.kg}^{-1}$).

III. CHAMP ÉLECTROSTATIQUE CRÉÉ PAR UN CONDENSATEUR PLAN

Rappel : Un bâton de verre frotté se charge électriquement et possède la capacité d'attirer une boule d'aluminium suspendue et électrisée par influence.

- ↳ Cela s'explique par le fait que le bâton de verre, comme toute particule chargée, crée autour de lui un champ, appelé **champ électrostatique**. C'est un **champ vectoriel** représenté en chaque point par un vecteur noté \vec{E} .
- ↳ Une autre charge électrique q placée dans ce champ sera soumise à une force, répulsive ou attractive suivant sa charge, telle que : $\vec{F} = q \times \vec{E}$

REPRÉSENTATION DES LIGNES DE CHAMP ÉLECTROSTATIQUE ET DES VECTEURS CHAMP ÉLECTROSTATIQUE

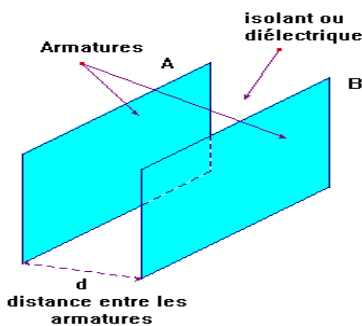


Une charge ponctuelle positive placée au point O de l'espace crée un champ radial et centrifuge dans tout l'espace environnant.

Une charge ponctuelle négative placée au point O de l'espace crée un champ radial et centripète dans tout l'espace environnant.

CHAMP ÉLECTROSTATIQUE CRÉÉ DANS UN CONDENSATEUR PLAN

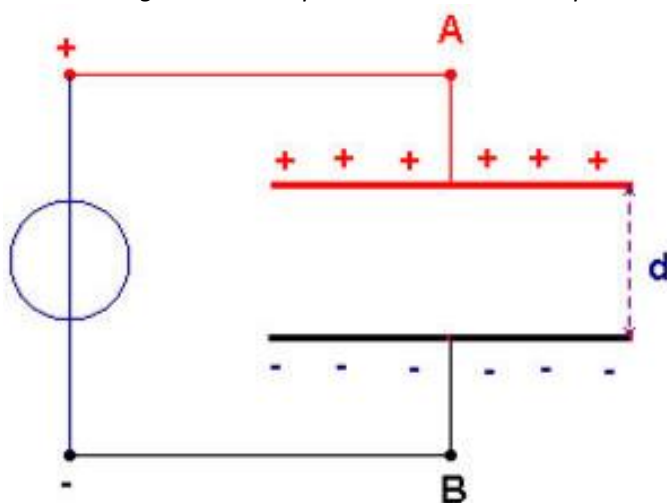
Un condensateur plan est formé par deux plateaux conducteurs parallèles A et B appelés armatures, séparés par un isolant de faible épaisseur d .



Lorsqu'on applique une tension continue entre ces armatures, le condensateur crée un champ électrostatique \vec{E} . En tout point de l'espace situé entre les armatures, les lignes de champ sont parallèles et orientées de l'armature positive vers l'armature négative.

17. Comment peut-on considérer le champ électrostatique \vec{E} créé par le condensateur plan ?

18. Dessiner sur le schéma ci-dessous des lignes de champ et des vecteurs champ :



La valeur E du champ électrostatique dépend de la tension U (en V) entre les armatures et de la distance d (en m) qui les sépare :

$$E = \frac{U}{d} \quad \text{avec } E \text{ en } \text{V.m}^{-1}$$

Par conséquent, une particule de charge q placée entre les armatures d'un condensateur plan est soumise à une force \vec{F} telle que :

$$\vec{F} = q \times \vec{E} \quad \text{avec } F \text{ en newton (N), } q \text{ en coulomb (C) et } E \text{ en } \text{V.m}^{-1}$$

REMARQUES

- ☞ Connaissant le vecteur \vec{E} et le signe de la charge q , on en déduit le sens de la force \vec{F} :
 - une charge q positive se déplace vers l'armature ...
 - une charge q négative est attirée par l'armature ...
- ☞ Un champ électrique agit sur des particules chargées qu'elles soient immobiles ou en mouvement. Un champ électrique permet par exemple de dévier ou d'accélérer un faisceau d'électrons.