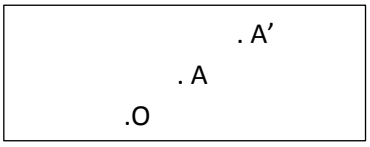
Chapitre: les champs

Exercice n°1 :

On étudie le champ électrostatique créé par un objet ponctuel 1 portant une charge $Q_1>0$, placé en O. Un corps-test ponctuel 2, de charge $q_2>0$ est placé en A tel que OA = d.



1°) Quelles sont les caractéristiques de la force électrostatique exercée par 1 sur 2 ?

2°) Même question pour le champ électrostatique $\vec{E_A}$ existant au point A.

3°) Représenter les 2 vecteurs, force et champ.

4°) Quelles sont les caractéristiques du champ électrostatiques $\vec{E_{A'}}$ existant au point A' tel que OA' = 2 OA = 2d ? Tracer $\vec{E_{A'}}$.

5°) Montrer que la ligne OAA' est compatible avec la définition d'une ligne de champ.

6°) En déduire l'ensemble des lignes de champ électrostatique créé par l'objet 1 placé en O. Orienter ces lignes de champ.

7°) Où se trouvent les points du plan pour lesquels le champ électrostatique a une même valeur ?

Corrigé :

1) $\vec{F_{1/2}}$:
- pt d'application : la charge q_2
- direction : la droite qui joint les 2 charges donc la droite OA
- sens : celui d'1 répulsion
- norme : $F_{1/2} = k\dfrac{|Q_1 q_2|}{d^2}$ (en newton)

Conseils : La force est exercée par (1) SUR (2). Le pt de départ du vecteur $\vec{F_{1/2}}$ est donc la charge (2).

ici les 2 charges sont de m̂ signe : elles se repoussent.

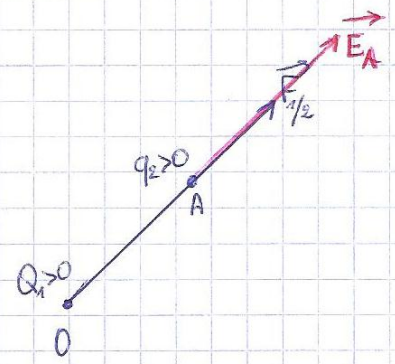
2) Le champ électrostatique existant en A (où est placée la charge test 2) est créé par la charge source (1)

$\vec{E_A} = \dfrac{\vec{F_{1/2}}}{q_2}$
- créé en A
- m̂ direction que $\vec{F_{1/2}}$
- m̂ sens que $\vec{E}$
- de norme : $E_A = \dfrac{F_{1/2}}{|q_2|}$

car $q_2>0$

pas de vecteur ici sur E_A et $F_{1/2}$ et $|q_2|$ pour qu'au final E, en norme, soit >0.

3)



$E_A = k\dfrac{|Q_1|}{d^2}$

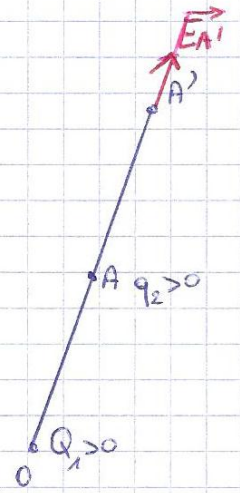
Il n'y a pas d'échelle imposée, les longueurs des vecteurs sont quelconques.

4) $\vec{E_{A'}}$, champ créé par la charge source (1)
- créé en A' (2 fois plus loin que A)
- direction OA', donc direction OA aussi
- m̂ sens que $\vec{E_A}$
- de norme : $E_{A'} = k\dfrac{|Q_1|}{(2d)^2} = \dfrac{k|Q_1|}{4d^2}$

$\Rightarrow E_{A'} = \dfrac{E_A}{4}$

le champ $\vec{E_{A'}}$ est tjs créé par la charge source (1)

plus on s'éloigne de la charge qui créé le champ moins celui-ci est intense.



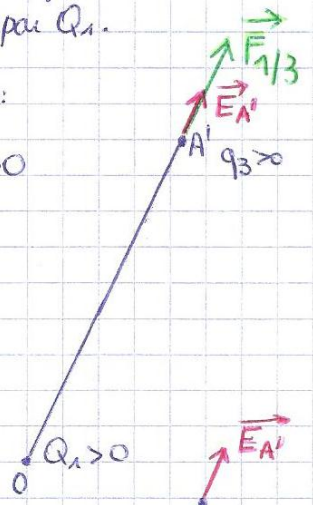
Remarque :

Quel que soit le signe d'1 charge q_3 placée en A', $\vec{E_{A'}}$ aura tjs le m̄ sens puisqu'il est créé par Q_1.

Si le champ $\vec{E_{A'}}$ est 4 fois moins intense que le champ $\vec{E_A}$, le vecteur est 4 fois plus petit.

En effet :

1er cas : $q_3>0$

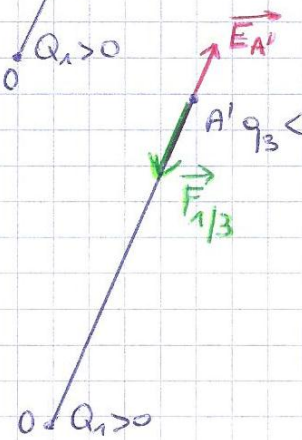


→ q_3 et Q_1 se repoussent car $q_3>0$ et $Q_1>0$

$\vec{E_{A'}} = \frac{\vec{F_{1/3}}}{q_3}$

$\vec{E_{A'}}$ et $\vec{F_{1/3}}$ m̄ sens car $q_3>0$

2e cas : $q_3<0$



→ $Q_3<0$ et $Q_1>0$ s'attirent (charges opposées)

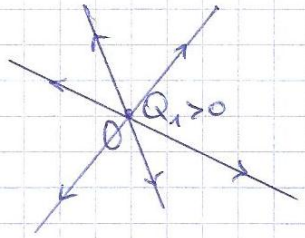
$\vec{E_{A'}} = \frac{\vec{F_{1/3}}}{q_3}$

$\vec{E_{A'}}$ et $\vec{F_{1/3}}$ sens opposé car $q_3<0$.

5) Les vecteurs $\vec{E_A}$ et $\vec{E_{A'}}$ ont la m̄ direction (la droite OAA'). Or le vecteur $\vec{E}$ est tangent aux lignes de champ électrostatique par définition. La droite OAA' est donc bien 1 ligne de champ.

→ La tangente a 1 droite est la droite elle-m̄ et les 2 vecteurs $\vec{E_A}$ et $\vec{E_{A'}}$ sont ici alignés sur la m̄ droite OAA'.

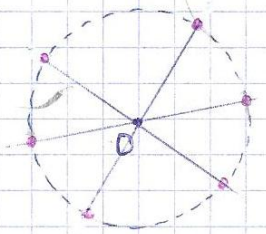
6) Le résultat obtenu pour la ligne de champ passant par A et A' se retrouve pour toutes les demi-droites issues de O. On a donc :



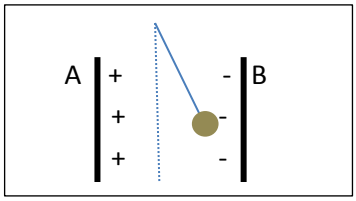
→ les lignes de champ électrostatique s'orientent comme $\vec{E}$

7) La norme du champ créé par Q_1 dépend de la distance d. Tous les points du cercle de m̄ rayon sont situés là où le champ $\vec{E}$ a la m̄ valeur :

→ $E_A = k\frac{|Q_1|}{d^2}$ (k : constant)



Exercice n°2 :



Une petite sphère chargée de charge q d'un pendule est placée entre les plaques d'un condensateur plan. Lorsqu'on impose une tension U_{AB} entre les plaques, elles se chargent selon le schéma ci-contre et la petite sphère prend la position représentée.

1°) Flécher la tension U_{AB}. Quel est le signe de cette tension ?

2°) Quelles sont les caractéristiques du champ électrostatique à l'intérieur d'un condensateur plan ? Tracer ce champ.

3°) Dessiner et orienter 2 lignes de champ à l'intérieur du condensateur plan.

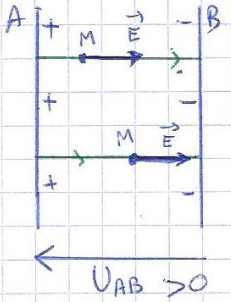
4°) Quel est le signe de la charge de la petite sphère ?

5°)a) Tracer le vecteur force électrostatique qui agit sur la petite sphère en justifiant la réponse.

b) Est-elle soumise à d'autres forces ? Si oui, lesquelles ? Les représenter sans souci d'échelle.

Corrigé :

1°)



Conseils

U_{AB}

1ère lettre en indice = côté où on met la pointe de la flèche de la tension.

$U_{AB} = V_A - V_B > 0$ car $V_A > V_B$ puisque A est la plaque ⊕ et B la plaque ⊖

2°) A l'intérieur du condensateur plan, le champ électrostatique est tel que :

$\vec{E}$ pt d'appl : pt M entre les 2 plaques A et B → n'importe où entre les plaques
direction : perpendiculaire aux plaques
sens : de la plaque ⊕ vers la plaque ⊖
norme : $E = \frac{U_{AB}}{d}$ ← tension > 0 (en Volt)
E : $V.m^{-1}$; d : distance entre les plaques (en m)

Le champ est uniforme à l'intérieur du condensateur plan → $\vec{E}$ a m̂ direction, m̂ sens et m̂ norme partout entre A et B. Donc les vecteurs $\vec{E}$ ont m̂ longueur.

3°) les lignes de champ sont des lignes ⊥ aux plaques, parallèles entre elles, orientées comme $\vec{E}$.
voir plus haut en vert

4°) La petite sphère est attirée par la plaque ⊖, elle est donc chargée positivement.

5°) a) $\vec{F} = q\vec{E}$ comme ici $q > 0$ (cf 4°) alors

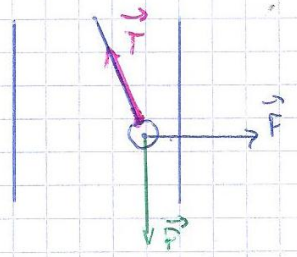
$\vec{F}$ a la m̂ d°n que $\vec{E}$ aussi

$\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont m̂ sens. La force $\vec{F}$ est donc vers la plaque B, ce qui est logique puisque la petite sphère est attirée par cette plaque.

On peut raisonner sans passer par la formule $\vec{F} = q\vec{E}$.

b) La petite sphère est aussi soumise à son poids $\vec{P}$ et à la tension du fil $\vec{T}$

→ $\vec{P}$ { pt d'appl : G, centre de gravité de la sphère ; d°n : la verticale ; sens : vers le bas (norme $P = mg$).



dessin sans souci d'échelle.

$\vec{F}$ horizontale comme $\vec{E}$ vers la plaque B

la tension du fil suit l'inclinaison du fil.

Exercice n°3 :

Données : $G = 6{,}67.10^{-11}$uSI $M_G = 1{,}49.10^{23}$kg $M_J = 1{,}90.10^{24}$t

1°) Calculer la force gravitationnelle qu'exerce Jupiter sur son satellite Ganymède. On assimilera Jupiter et Ganymède à 2 corps ponctuels distants de $r = 1{,}07.10^{6}$km.

2°) Tracer le vecteur force gravitationnelle exercée par Jupiter sur le satellite. Echelle 1cm pour 10^{22}N.

3°) Tracer le vecteur champ gravitationnel créé par Jupiter au point où est situé son satellite. Echelle 1cm pr 10^{-1}N.kg^{-1}.

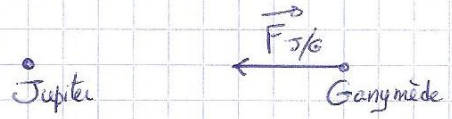
Corrigé

1) $F_{J/G} = G \times \frac{M_G M_J}{r^2}$

$= 6{,}67.10^{-11} \times \frac{1{,}49.10^{23} \times (1{,}90.10^{24} \times 10^{3})}{(1{,}07.10^{6} \times 10^{3})^2}$

$= 1{,}65.10^{22}$ N.

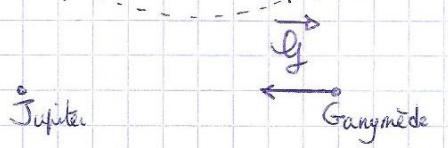
2)



3) $\mathcal{G} = G \times \frac{M_J}{r^2} = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{1{,}90 \times 10^{27}}{(1{,}07.10^{9})^2} = 1{,}11.10^{-1}$ N.kg^{-1}

champ gravitationnel créé par Jupiter

masse de Jupiter



Conseils

→ respecter les notations de l'énoncé

→ attention aux CONVERSIONS
1t = 1tonne = 10^3kg
1km = 10^3m.

→ attention au carré dans r^2

→ Penser aux chiffres significatifs et à l'unité.

→ La force gravitationnelle est attractive.
Respecter l'échelle imposée
Bien noter le nom du vecteur tracé.

→ $\vec{F}_{J/G}$ et $\vec{\mathcal{G}}$ ont m̄ d^{on} et m̄ sens.

Rq : les échelles vous permettent de vérifier vos calculs car le vecteur tracé n'a jamais 1 taille rikiki ou gigantesque...

Exercice n°4 : Données : $M_T = 5{,}98.10^{24}$kg $M_L = 7{,}4.10^{22}$kg $G = 6{,}67.10^{-11}$uSI

Le centre de la Lune se situe à une distance $d = 3{,}84.10^{8}$m du centre de la Terre. Située dans le champ de gravitation de la Terre, la Lune subit son attraction.

1°)a) Calculer la valeur de la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.

b) Schématiser la situation et tracer le vecteur force calculé précédemment à une échelle à préciser.

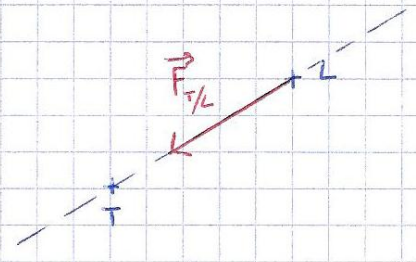
2°) Tracer des lignes de champ gravitationnel terrestre.

Corrigé

1°) a) $F_{T/L} = G \times \frac{M_T M_L}{d^2} = 6{,}67.10^{-11} \times \frac{5{,}98.10^{24} \times 7{,}4.10^{22}}{(3{,}84.10^{8})^2}$

$= \underline{2{,}00.10^{20}\ N}$

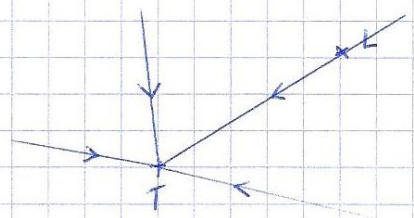
b)



échelle 1cm pour 10^{20} N

→ $\vec{F}_{T/L}$: 2cm.

2°)



Conseils

le vecteur champ $\vec{g}$ est orienté ds le m̄ sens que $\vec{F}_{T/L}$ et les lignes de champ sont orientées comme $\vec{g}$.

Exercice n°5 :

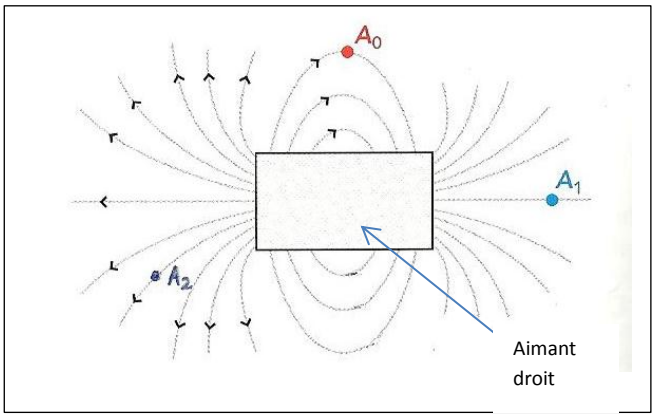
1°) Que représente le schéma ci-contre ?

2°) Indiquer en justifiant la réponse les pôles de l'aimant.

3°) Orienter les lignes de champ qui ne le sont pas.

4°) Dessiner une aiguille aimantée de boussole (pôle N en rouge) aux 3 positions A_0, A_1 et A_2.

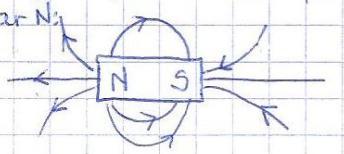
5°) Tracer le vecteur champ magnétique en ces 3 points sans souci d'échelle.



1°) Le schéma ci-contre représente le spectre magnétique d'un aimant droit c'est-à-dire l'ensemble des lignes de champ magnétique

2°) les lignes de champ magnétique entrent par le pôle sud S de l'aimant et sortent par N.
D'où :

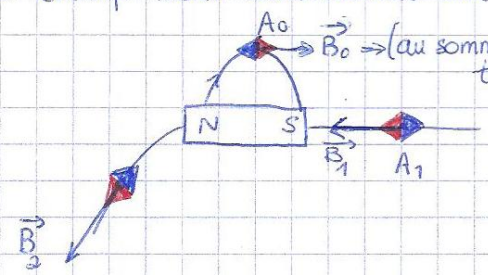
3°)



Des lignes déjà orientées, on déduit les pôles S et N puis on oriente les lignes non orientées.

4°) L'aiguille aimantée de boussole s'oriente ds la direction du vecteur $\vec{B}$ lui-même tangent aux lignes de champ.
les lignes de champ sont elles mêmes orientées ds le même sens que $\vec{B}$

5°)



→ (au sommet de la courbe, $\vec{B}_0$ tangent à la courbe est ici de direction horizontale)

le pôle N de l'aiguille est attiré par le pôle S de l'aimant (et le pôle S de l'aiguille est attiré par le pôle N de l'aimant)