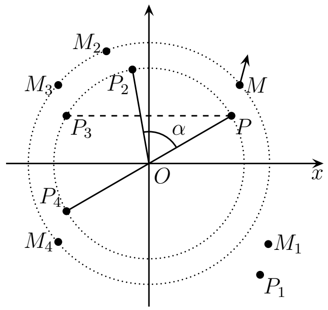
Approche globale du champ $(\vec{E},\vec{B})$

Exercice 1 Symétries

Soit un plan repéré par les axes (Ox) et (Oy). Une charge q placée en P crée un champ électrostatique qui vaut le vecteur représenté au point M. Nous faisons suivre la même transformation aux points P et M.



Représenter le champ $\vec{E}$ au cours de ces transformations.

$(P,M) \xrightarrow{\text{translation}} (P_1,M_1)$

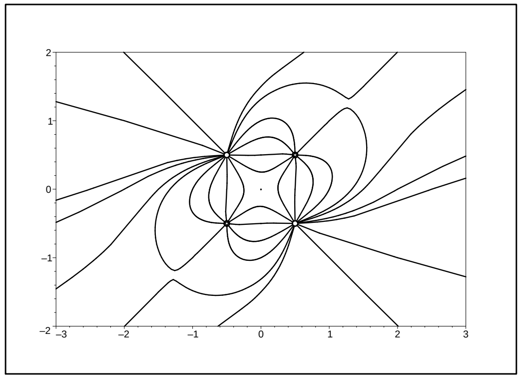
$(P,M) \xrightarrow{\text{rotation d'angle } \alpha} (P_2,M_2)$

$(P,M) \xrightarrow{\text{symétrie par rapport à } (yOz)} (P_3,M_3)$

$(P,M) \xrightarrow{\text{symétrie par rapport au point } O} (P_4,M_4)$

Exercice 2 Lire les lignes de champ

Quatre charges sont disposées aux quatre coins d'un carré, celle en haut à droite est positive.

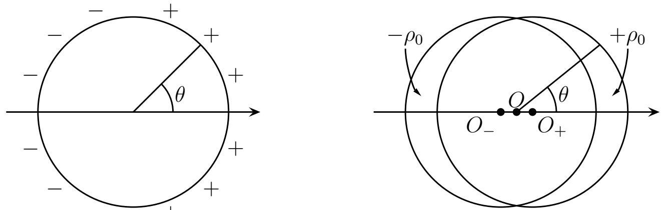


1. Orienter les lignes de champ et en déduire le signe de chaque charge.
2. Déterminer les symétries du champ.
3. Voyez-vous un point de champ nul ?

Exercice 3 Distributions équivalentes

Le schéma (a) ci-dessous représente une sphère de centre O et de rayon R portant la charge surfacique $\sigma(\theta) = \sigma_0 \cos\theta$.

Le schéma (b) représente deux boules de rayons R, de centres respectifs O_+ et O_- d'abscisses $+a$ et $-a$ sur l'axe (Oz), chargées uniformément en volume avec les densités respectives $+\rho_0$ et $-\rho_0$.



(a) (b)

Montrer que la première distribution peut être obtenue comme la limite de la seconde lorsque la distance a tend vers zéro, à condition d'imposer une relation particulière entre ρ_0, a et σ_0.

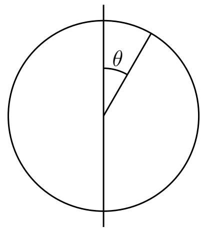
Exercice 4 Charge dans une sphère

Une boule de rayon R est chargée avec la densité volumique $\rho(r) = \rho_0 \left(1 - \dfrac{r^2}{R^2}\right)$ où r est la distance au centre.

Déterminer la charge contenue dans une boule quelconque de rayon $r \leqslant R$.

Exercice 5 Sphère non uniformément chargée en surface

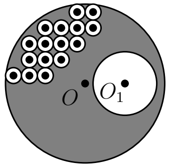
On considère une sphère chargée en surface de charge surfacique $\sigma(\theta) = \sigma_0 \cos\theta$ avec $0 \leqslant \theta \leqslant \pi$ (voir schéma ci-dessous).



Déterminer le champ $\vec{E}$ en tout point à l'intérieur de la sphère. On pourra utiliser les résultats de l'exercice 3.

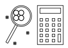
Exercice 6 Cavité dans un cylindre

N fils infinis tous parcourus par un courant d'intensité i sont réunis sous la forme d'un cylindre de rayon R avec une densité $n = \dfrac{N}{\pi R^2}$ de fils par unité de surface.

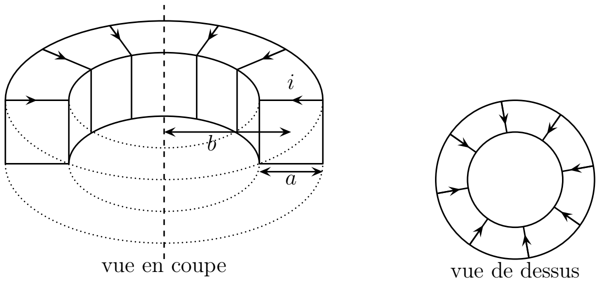


1. Montrer que le champ $\vec{B}(M)$ en un point M intérieur à ce cylindre peut s'exprimer vectoriellement en fonction de μ_0, i, $\vec{u}_z$ et $\overrightarrow{OM}$.
2. On enlève quelques fils du conducteur précédent qui présente alors une cavité cylindrique « décentrée » dont l'axe (O_1z_1) est parallèle à (Oz). Dans le reste du cylindre initial la densité de fil vaut toujours n.

   Déterminer le champ magnétique dans la cavité.

Exercice 7 Tore à section carrée 

On considère un tore constitué de spires carrées de côté a, le centre de chaque spire étant à la distance b du centre du tore. Le nombre N de spires est très grand et chacune est parcourue par un courant d'intensité i.



1. Déterminer le champ magnétique $\vec{B}$ créé en tout point de l'espace par le tore.
2. Déterminer l'expression du flux Φ du champ magnétique $\vec{B}$ à travers une spire.