

Champs – Symétries et invariances

Stratégie – Recherche des lignes de champ – Expression vectorielle des champs

1. Placer un point M *quelconque* dans l'espace.
2. Chercher s'il existe des plans de symétrie ou d'antisymétrie (pour la distribution de charges ou de courants) *passant par M*.
3. Conclure quant à la *direction du champ en M* puis choisir un *repère* adapté à la symétrie du problème et préciser l'expression du champ dans ce repère (mettre en évidence des composantes nulles).
4. Rechercher des *invariances* par rotation et/ou par translation pour la distribution de charges ou de courants et en déduire les *paramètres de position* dont le champ ne dépend pas.
5. *Conclure*.

Dans l'immense majorité des cas, le champ ne possède qu'une seule coordonnée dans le repère choisi et ne dépend que d'un seul paramètre de position (plus rarement deux).

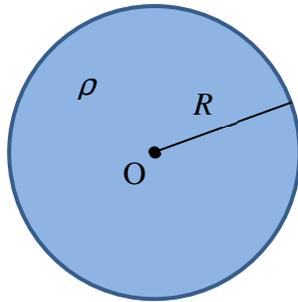
Géométrie sphérique

1. Boule uniformément chargée en volume

On considère une sphère de centre O et de rayon R chargée uniformément en volume avec une densité ρ (i.e. $\rho = \text{cte}$). Déterminer les lignes de champ du champ électrostatique.

Préciser, autant que possible, l'expression de $\vec{E}(M)$ pour tout point M de l'espace.

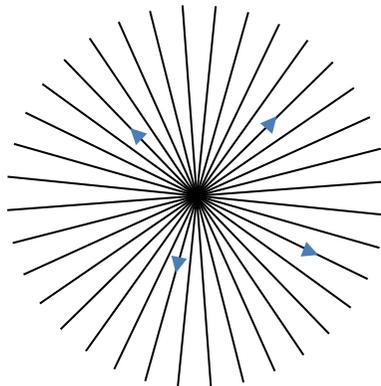
Cas particulier : que peut-on dire du champ au centre O de la sphère ? Justifier à l'aide d'arguments de symétrie (existence de plans supplémentaires en ce point particulier).



2. Source radioactive isotrope

Une source radioactive émet des particules chargées (électrons) dans toutes les directions de façon isotrope. Ces courants de particules sont assimilés à des courants permanents usuels.

Déterminer les lignes de champ du champ magnétostatique.



Géométrie cylindrique

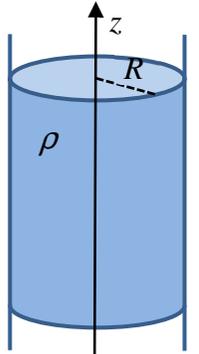
3. Cylindre uniformément chargé en volume.

On considère un cylindre d'axe (O,z) de longueur infinie et de rayon R uniformément chargé en volume avec une densité ρ . Déterminer les lignes de champ du champ électrostatique.

Préciser, autant que possible, l'expression de $\vec{E}(M)$ pour tout point M de l'espace.

Cas particulier : que peut-on dire du champ sur l'axe du cylindre ?

Faire deux schémas : l'un dans un plan contenant l'axe (O,z), l'autre dans un plan orthogonal à (O,z).



4. Cylindre parcouru par une densité de courant uniforme

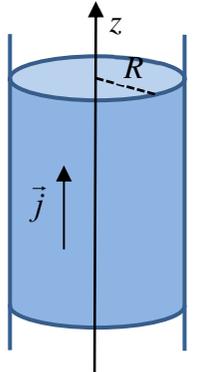
On considère un cylindre d'axe (O,z) de longueur infinie et de rayon R parcouru par une densité uniforme de courants \vec{j} .

Déterminer les lignes de champ du champ magnétostatique.

Préciser, autant que possible, l'expression de $\vec{B}(M)$ pour tout point M de l'espace.

Cas particulier : que peut-on dire du champ sur l'axe du cylindre ?

Faire deux schémas : l'un dans un plan contenant l'axe (O,z), l'autre dans un plan orthogonal à (O,z).



Géométrie plane

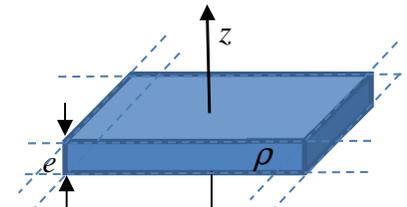
5. Couche plane uniformément chargée en volume.

On considère une couche plane parallèle au plan (xOy) d'épaisseur e et d'extension infinie selon les directions (O,x) et (O,y) uniformément chargée en volume avec une densité ρ .

Déterminer les lignes de champ.

Préciser l'expression de $\vec{E}(M)$.

Cas particulier : champ au centre de la couche ?



6. Couche plane parcourue par une densité uniforme de courants.

On considère une couche plane parallèle au plan (xOy) d'épaisseur e et d'extension infinie selon les directions (O,x) et (O,y) parcourue par une densité uniforme de courants \vec{j} .

Déterminer les lignes de champ.

Préciser l'expression de $\vec{B}(M)$. Cas particulier : champ au centre de la couche ?

