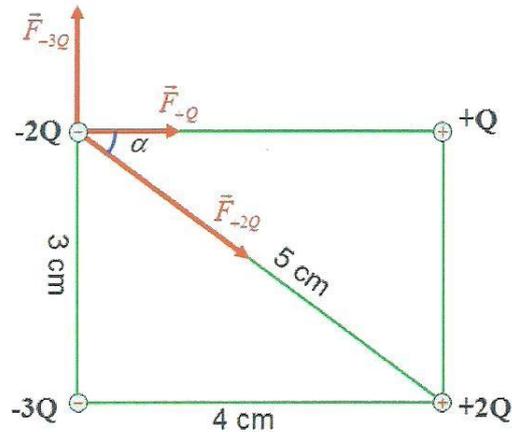


Document autorisés: une feuille A4 recto

Exercice 1

Soit quatre charges ponctuelles situées aux sommets d'un rectangle comme indiqué sur la figure. On donne $Q = 4 \text{ nC}$. Quelle est la force électrique résultante, issue des trois autres charges, exercée sur la charge de $(-2Q)$?



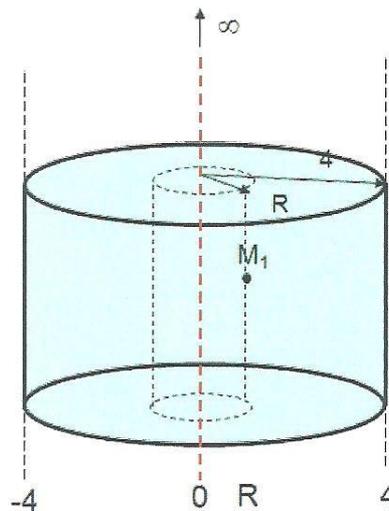
Exercice 2

Un cylindre infinis coaxial de rayon $r = 4 \text{ m}$, contient une densité uniforme de charges ρ (C/m^3). Sachant que ρ n'est pas une fonction de φ ou de z , par la symétrie de problème, le champ est totalement radial et l'expression de l'élément de surface dS sous sa forme vectorielle est

$$d\vec{S} = dS \vec{e}_r$$

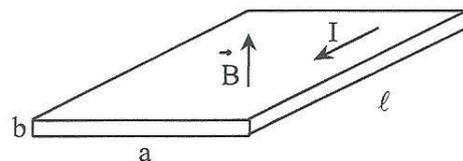
En utilisant le théorème de Gauss, déterminez l'expression du champ électrique E en tout point de l'espace

1. dans le cas ou $0 \leq R < 4\text{m}$
2. et dans le cas ou $R \geq 4\text{m}$.



Exercice 3 : Effet Hall (Edwin Herbert Hall 1855-1938 USA)

Une plaquette conductrice parallélépipédique de longueur ℓ , de largeur a , d'épaisseur b , est traversée dans le sens de la longueur par un courant continu d'intensité I . On suppose que dans la plaquette les porteurs de charges sont des électrons.



La plaquette est plongée dans un champ magnétique \vec{B} uniforme et permanent, orthogonal à la direction du courant (schéma ci-contre).

1. Représenter sur un schéma la force qui s'exerce sur un porteur de charge.

2. En utilisant un raisonnement qualitatif, montrer que dans une phase transitoire, des électrons vont s'accumuler sur l'une des faces de la plaquette. Préciser sur quelle face. Il apparaît une tension électrique entre deux faces de la plaquette, tension est appelée "tension de Hall". On la notera ΔU_H . Expliquer.

3. En régime permanent, exprimer la tension ΔU_H en fonction de l'intensité I du courant, de la norme \vec{B} du champ magnétique, de l'épaisseur de la plaquette, de la valeur absolue de la charge de l'électron e , du nombre de porteurs de charge par unité de volume n .

4. La plaquette est en cuivre de masse molaire $M = 63,5 \text{ g/mol}$, masse volumique $\rho = 8,96 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. On considère qu'à chaque atome de cuivre correspond un électron libre et on donne : $B = 1,00 \text{ T}$; $b = 0,10 \text{ mm}$; $a = 1,0 \text{ cm}$; $\ell = 5,0 \text{ cm}$; $I = 10,0 \text{ A}$; $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. La constante d'Avogadro est $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

4.1. Déterminer le nombre de porteurs de charge par unité de volume n .

4.2. Déterminer la tension de Hall ΔU_H .

5. Si les charges mobiles sont positives, en supposant que le sens du courant ne change pas, que se passe-t-il ? Conclusion.

Exercice 4.

Considérons un filament de courant de $2,50 \text{ A}$ le long de l'axe z est dans la direction Oz . Faire un schéma et déterminez le flux traversant une portion du plan $\varphi = \pi/4$ définie par

$$0,01 < r < 0,05\text{m et } 0 < z < 2 \text{ m.}$$

Rappel: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H/m}$

