

Exercices Physiques pour la Prépa

Sujet proposé par IM Seiha

Exo 1 : "Ionisation de l'atome d'hydrogène"

1. Calculer l'ordre de grandeur du champ électrique qu'il faut appliquer à un atome d'hydrogène pour l'ioniser.
2. Comparer à un champ macroscopique dans l'air, par exemple le champ disruptif de l'air : $E_d \approx 3,6 \cdot 10^6 \text{V} \cdot \text{m}^{-1}$.

§Conseil :

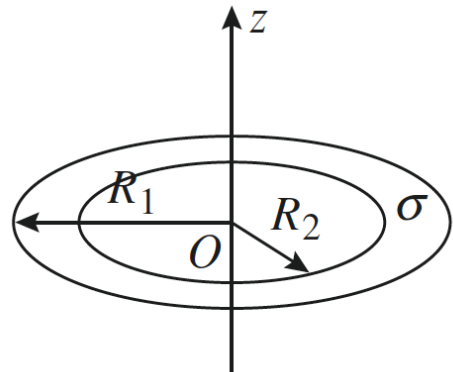
L'énoncé ne précise pas de données numériques. Il faut faire appel à la culture scientifique de base : ordre de grandeur du rayon atomique, charge élémentaire. On ne demande qu'un ordre de grandeur. On se contente donc d'écrire que l'ionisation ne peut avoir lieu que si le champ perturbateur est comparable au champ qui assure la cohésion de l'atome.

§

Exo 2 : « Interaction entre un anneau et une charge »

Un disque évidé porte une charge surfacique $\sigma > 0$.

1. Retrouver le champ électrique créé par un disque non évidé en tout point $M(z)$ de l'axe Oz . En déduire celui créé par le disque évidé.
2. On suppose que l'on place une particule de masse m et de charge $q > 0$ en un point de l'axe Oz à la cote z_0 . Quelle vitesse minimale v_0 faut-il lui donner pour qu'elle atteigne le centre du disque ? (On néglige l'action de la pesanteur.)



§Conseil :

*1) De l'analyse des symétries on en déduit que le champ est porté par l'axe Oz : il faudra donc sommer les **composantes selon Oz seulement**.*

De l'analyse des invariances on en déduit que toutes les charges situées sur la couronne de rayon $r = OP$, de largeur dr , P étant un point de l'anneau, contribuent également au champ total. On sommerá donc les composantes utiles de ces distributions élémentaires. Pour simplifier les calculs on peut exprimer la distance OP en fonction de ϕ , angle entre MP et MO . Le calcul de l'anneau est le même que le calcul du disque, seule change la borne en zéro.

2) Dès qu'il s'agit de vitesse penser au **théorème de l'énergie cinétique** ou à la **conservation de l'énergie**. L'expression de l'énergie potentielle d'une charge q dans un potentiel V est qV .

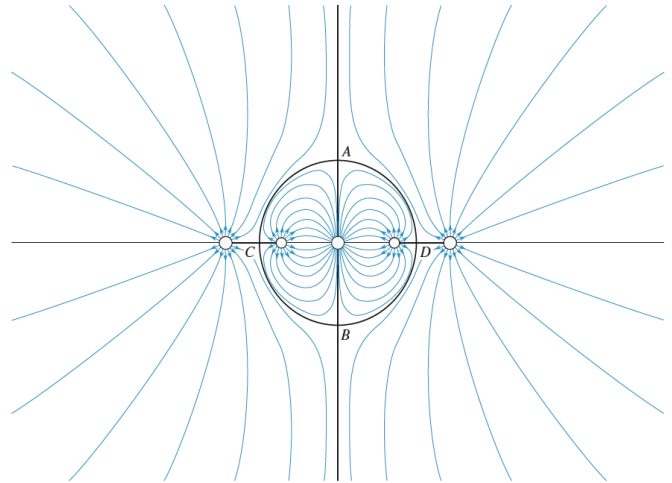
§

Exo 3 : « Analyse d'un champ électrostatique »

a) créé par des charges ponctuelles

Le schéma représente les lignes de champ créées par cinq charges ponctuelles numérotées de 1 à 5 de la gauche vers la droite.

Le champ est nul aux points A , B , C et D . Les lignes en traits épais issues de ces points sont également des lignes de champ.

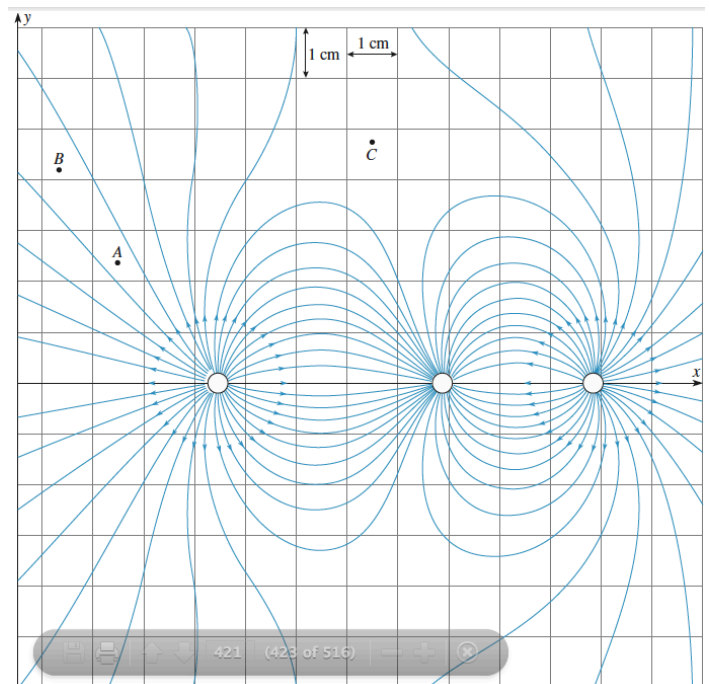


1. Déterminer les signes des cinq charges.
2. Trouvez et justifiez la position des points de champ nul.
3. Mettre des flèches sur les lignes non fléchées.
4. Analyser la symétrie du schéma. Quelles relations peut-on en déduire entre q_1 , q_2 , q_4 et q_5 ?
5. En appliquant le théorème de Gauss, déterminer la relation liant q_2 et q_3 .

b) créé par une distribution filiforme

Le schéma représente les lignes du champ électrostatique créé par des fils très longs, uniformément chargés, perpendiculaires au plan de la figure.

1. Où sont les plans de symétrie de la distribution ?
2. Quel est le signe de la densité linéique de charge de chacun d'entre eux ?



3. Quel est le signe de la densité linéique de charge totale ?
4. La norme du champ en A est de $100V.m^{-1}$. Calculer une valeur approchée du champ en B .
5. Que peut-on dire du champ au voisinage de point C ?

§Conseil :

Les réponses à cet exercice sont entièrement qualitatives, ce qui n'est pas synonyme de non rigoureux !

Comment les lignes de champ sont-elles orientées au voisinage d'une charge ponctuelle ?

Si une ligne de champ relie deux charges, sans passer par un point singulier de champ nul, que peut-on dire du signe des deux charges ?

En un même point le champ peut-il y avoir deux orientations différentes ?

Le champ électrique diverge à partir des charges positives et converge vers les charges négatives.

Quelles isométries laissent le champ électrique invariant ? On rappelle que dans une zone sans charge le flux de \vec{E} a la même valeur à travers toute section d'un tube de champ, donc là où les lignes se resserrent, le champ est plus intense.

§