

TD Champ électrostatique

Exercice 1 : Comparaison des forces électrostatique et gravitationnelle

On peut lire sur internet l'affirmation suivante :

« Bien qu'elles semblent, à notre échelle, relativement faibles, les forces d'origine électrostatique sont extraordinairement puissantes. **Entre des charges électriques élémentaires (principalement les protons et les électrons), elles sont supérieures de 40 ordres de grandeur à la force de gravitation.** Si elles nous semblent si faible, c'est justement parce qu'à cause même de l'intensité de ces forces, les charges positives et négatives sont forcées d'être quasi exactement à l'équilibre et que les forces d'attraction et de répulsions s'annulent à l'échelle macroscopique ».

A l'aide des données ci-dessous, comparer les forces électrostatique et gravitationnelle exercées par le proton sur l'électron. Conclure alors sur la justesse de l'affirmation en gras présente dans le texte.

Données :

On considère un modèle sommaire de l'atome d'hydrogène : un proton fixe ($m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$, $q = +e$) et un électron ($m_e = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$, $q = -e$) distants de $r = 0,053 \text{ nm}$ dans le vide.

ϵ_0 : permittivité du vide $\epsilon_0 \approx \frac{1}{36\pi} \times 10^{-9} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$

G : constante universelle de gravitation $G \approx 6,672 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \text{ kg}^{-2}$

$e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$

Exercice 2 : Propriétés de symétrie du champ électrostatique

1) Soit une distribution de charges électriques D qui crée en un point M un champ électrostatique $\vec{E}(M)$. Soit P un plan quelconque et D' la distribution de charges symétrique de D par rapport à P . Soit M' le point symétrique du point M par rapport à P . **Comment obtenir le champ électrique $\vec{E}(M')$ créé par D' au point M' .**

2) P_S est un plan de symétrie d'une distribution de charges D si l'opération de symétrie par rapport à ce plan la laisse invariante. Soit M un point de P_S . **Caractériser le champ $\vec{E}(M)$ créé par D .**

3) P_A est un plan d'antisymétrie pour une distribution de charges D si l'opération de symétrie par rapport à ce plan change la distribution de charges en son opposée.

a) Soit M un point de P_A . **Caractériser le champ $\vec{E}(M)$ créé par D .**

b) Soit un point N et un point N' symétriques l'un de l'autre par rapport à P_A . **Comparer $\vec{E}(N')$ et $\vec{E}(N)$.**

4) Soient deux plans infinis, parallèles, orthogonaux à l'axe (Oz), chargés l'un avec la densité surfacique de charge uniforme $+\sigma$, et l'autre avec la densité $-\sigma$. **Prouver sans calcul que le champ électrostatique est de la forme $\vec{E} = E(z)\vec{u}_z$.**

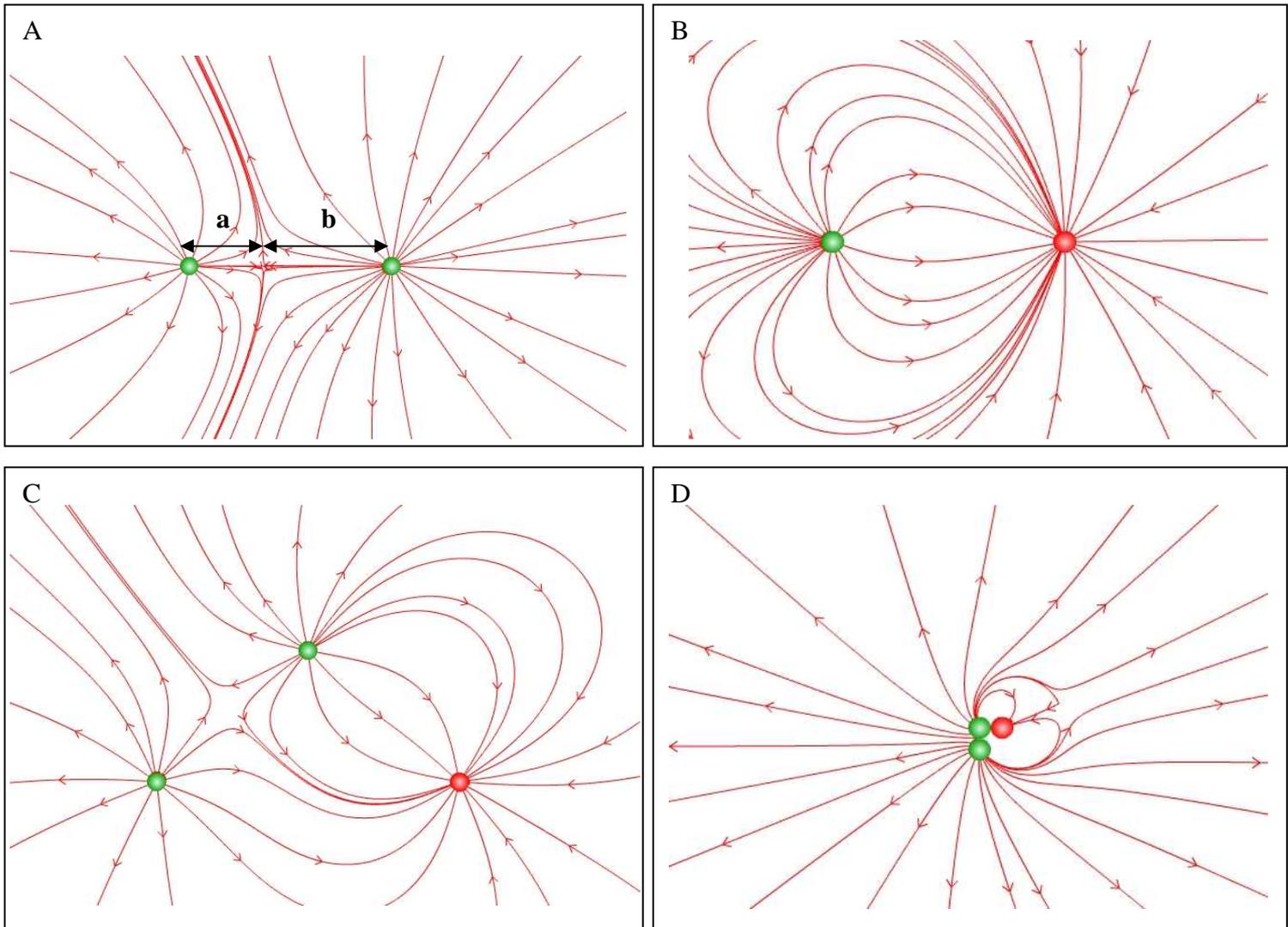
Exercice 3 : Champ dans le plan médiateur d'un segment uniformément chargé

Soit un segment AB de longueur l uniformément chargé avec une densité linéique λ placé le long de l'axe (Oz) entre les abscisses $-\frac{l}{2}$ et $+\frac{l}{2}$. On cherche le champ électrostatique créé par ce segment dans le plan médiateur xOy.

Exercice 4 : Champ sur l'axe d'un disque uniformément chargé

Soit un disque D de centre O et de rayon R chargé avec une densité surfacique σ uniforme. On cherche le champ électrostatique créé par ce disque sur son axe de révolution (Oz).

Exercice 5 : Cartes de champ électrostatique



1) Indiquer le signe des charges présentes sur les quatre cartes de champ (A, B, C et D). Justifier.

2) Sur la carte A :

a) Trouver le point de l'espace où le champ est nul.

b) Identifier la charge la plus importante.

c) Sachant que cette charge est 3 fois plus importante, donner la relation entre les distances a et b.

3) La carte D est une vue « de loin » de la distribution de charges de la carte C. A quoi peut-on assimiler la distribution de charges de la carte D ?

LES EXERCICES 3 et 4 SONT A CONNAITRE COMME LE COURS