

TD physique 8 Champ électrique (1)

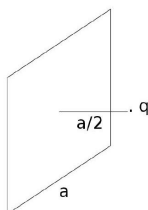
Exercice 1

1. Donner un ordre de grandeur de la force électrique qui s'exercerait entre deux personnes se tenant à un mètre de distance l'une de l'autre si chacune, au lieu d'être parfaitement neutre électriquement, contenait un pour cent d'électrons de plus que de protons.

2. Dans une expérience célèbre, Millikan a pu maintenir immobiles de minuscules gouttelettes d'huile chargées grâce à un champ électrique (la force électrique compensant le poids). Sachant que le rayon des gouttelettes était de quelques dixièmes de micromètres, que la masse volumique de l'huile était voisine de celle de l'eau, et que chaque gouttelette ne comportait que quelques charges élémentaires en excès, de quel ordre était le champ électrique ?

3. Dans le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène, l'électron suit une trajectoire circulaire de rayon 53pm (dans l'état fondamental, les états excités correspondent à des rayons supérieurs). Calculer la valeur du champ électrique ressenti par l'électron.

4. Calculer le flux du champ créé par une charge ponctuelle q à travers une surface carrée de côté a , la charge étant placée à une distance $a/2$ de son centre perpendiculairement à la surface.



Exercice 2

On considère un cylindre infini de rayon R et d'axe (Oz) uniformément chargé avec une charge volumique ρ_0 :

$$\begin{cases} \rho = \rho_0 & \text{si } r \leq R \\ \rho = 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

1. Etudier les symétries et invariances.
2. Calculer le champ électrique en tout point de l'espace.

Exercice 3

1. Donner l'expression du champ électrique créé par un «plan infini» uniformément chargé en surface (σ). Que vaut le champ en un point situé sur le plan des charges ($z = 0$) ?

2. Pour améliorer ce modèle, on considère que la charge est en fait uniformément répartie en volume (ρ) sur une petite épaisseur a . Quel est le lien entre ρ et σ ?

3. Calculer le champ électrique créé, en distinguant plusieurs cas.

4. Retrouve-t-on, à l'extérieur des charges, le même champ qu'avec la modélisation en surface ? Que vaut le champ en $z = 0$?

Exercice 4

Une sphère de rayon a et de centre O_1 uniformément chargée en volume possède une cavité non chargée de rayon b et de centre O_2 (ρ n'est donc uniforme qu'à l'extérieur de la cavité). Calculer le champ dans la cavité.



Exercice 5

1. Rappeler le théorème de Gauss pour la gravitation.
2. On assimile une planète à une sphère de masse volumique uniforme. Etudier les symétries et invariances.
3. Calculer le champ de gravitation à l'intérieur et à l'extérieur de la planète.
4. Comparer les champs de gravitation à la surface de la terre, mars et jupiter.

planète	mercure	venus	terre	mars	jupiter	saturne	uranus	neptune
Rayon ($\times 10^6$ m)	2,44	6,05	6,37	3,39	69,9	58,2	25,4	24,6
Masse ($\times 10^{24}$ kg)	0,328	4,87	5,97	0,639	1899	568	86,8	102

Exercice 6

Une planète de rayon R , de masse M et de centre O est composée d'un noyau liquide de masse volumique μ_0 uniforme et de rayon R_1 et d'une coque solide de masse volumique $\mu = \alpha r$ où α est une constante positive.

1. Exprimer la masse de la planète en fonction de R , R_1 , μ_0 et α .
2. Déterminer le champ de gravitation.

Exercice 7

Déterminer la distribution de charge nécessaire pour avoir un champ électrique radial d'intensité constante à l'intérieur d'une sphère de rayon R .

Exercice 8

On modélise un nuage de surface $S = 2km^2$ et de hauteur $h = 8km$ par la distribution de charges suivante : la charge volumique ne dépend que de l'altitude z , et varie linéairement avec z , en vérifiant :

$$\begin{cases} \rho(z=0) = -\rho_0 \\ \rho(z=h) = \rho_0 \end{cases}$$

On néglige les effets de bord : on calcule le champ électrique comme si la distribution était infinie selon (Ox) et (Oy) . La base du nuage est en $z = 0$.

1. Faire un schéma indiquant sommairement comment sont réparties les charges positives et négatives dans le nuage.
2. Donner l'expression de ρ en fonction de z dans le nuage.
3. Vérifier que $\vec{E} = E(z)\vec{e}_z$.

4. Montrer que, à l'extérieur du nuage, $\vec{E}$ est uniforme.
5. Calculer $\vec{E}$ à l'intérieur du nuage (en admettant qu'il est nul à l'extérieur).
6. Pour quelle valeur de z ce champ est-il, en valeur absolue, maximal? Vérifier que son expression est :

$$E_{max} = \frac{\rho_0 h}{4\epsilon_0}$$

7. Calculer ρ_0 pour $E_{max} = 200kV/m$.