

ÉCOLE PRÉPARATOIRE EN SCIENCES ET TECHNIQUES DE TLEMCCEN
Département de Physique

PHYSIQUE II – Série TD N° 02

2 mars 2013

Exercice 01

La charge volumique électronique de l'atome d'Hydrogène peut être représentée par l'expression :

$$\rho(r) = C \exp\left(-\frac{2r}{a_0}\right)$$

où $a_0 = 0.53 \text{ \AA}$ est le rayon de Bohr et r la distance du point considéré au centre de l'atome.

Calculer la constante C afin que la charge volumique ρ caractérise bien la distribution de charge $-e$ d'un électron.

Exercice 02

L'expression de la densité volumique de charge ρ d'une couche sphérique chargée d'épaisseur a est :

$$\rho(r) = \rho_0 \quad \text{si} \quad R - a/2 < r < R + a/2 \quad \text{et} \quad \rho(r) = 0 \quad \text{partout ailleurs,}$$

R est la rayon de la sphère et a l'épaisseur de la couche.

1. Exprimer la charge totale Q de la sphère en fonction de $Q_0 = 4\pi R^2 a \rho_0$ et du rapport a/R .
2. Dans quelles conditions peut-on considérer cette distribution de charge comme une distribution surfacique ? Trouver alors la densité surfacique σ .

Exercice 03

Deux charges ponctuelles positives égales $q_1 = q_2 = 2 \mu\text{C}$ ont pour coordonnées $x = 0, y = 0.3 \text{ m}$ et $x = 0, y = -0.3 \text{ m}$, respectivement. Trouver la norme et la direction de la force électrique totale appliquée par ces deux charges sur une troisième charge ponctuelle $Q = 4 \mu\text{C}$ située en $x = 0.4 \text{ m}, y = 0$. Notons que $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$.

Exercice 04

Deux charges ponctuelles $q_1 = -q_2 = 12 \text{ nC}$ sont placées à 10 cm l'une de l'autre sur l'axe (Ox). Cette combinaison des deux charges égales mais de signes opposés est appelée *dipôle électrique*. Calculer le champ électrique causé par q_1 , celui causé par q_2 et le champ électrique total aux points de coordonnées $a = (6 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$, $b = (-4 \text{ cm}, 0 \text{ cm})$ et $c = (5 \text{ cm}, 12 \text{ cm})$.

Exercice 05

Quand les cosses d'une batterie sont connectées à deux grandes plaques conductrices, les charges accumulées sur les deux plaques génèrent un champ électrique \vec{E} qu'on supposera uniforme dans la région située entre les deux plaques. Si les plaques sont horizontalement séparées d'une distance de 1 cm et connectées à une batterie de 100 V , la norme du champ électrique est $E = 10^4 \text{ N/C}$. Le champ électrique est dirigé de la plaque positive vers la plaque négative. La charge de l'électron est $q_e = -e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ et sa masse $m_e = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$.

1. Si un électron au repos est arraché à la plaque supérieure sans vitesse initiale, quelle sera son accélération ?
2. Quelle est la vitesse et l'énergie cinétique de l'électron pendant son trajet entre les deux plaques.

3. Combien de temps lui est nécessaire pour effectuer ce trajet ?
4. Si on place un électron ayant une vitesse initiale horizontale \vec{v}_0 dans ce champ électrique, quelle sera son équation de mouvement ?

Exercice 06

Un segment droit de longueur $2L$ est caractérisé par une distribution de charge linéique, de densité λ , répartie uniformément sur toute sa longueur.

1. Calculer le champ électrique produit par ce segment à une distance y sur sa médiatrice.
2. Que devient ce champ lorsque $y \gg L$?
3. Que devient ce champ dans la limite $L \rightarrow \infty$?

Exercice 07

Calculer le champ électrique à une distance z du centre d'une boucle carrée de côté a . Cette dernière est caractérisée par une densité de charge linéique uniforme λ . Pour ce faire, exploiter le résultat de l'exercice précédent.

Exercice 08

Trouver le champ électrique généré par un disque de rayon R , de densité de charge surfacique uniforme σ , en un point distant de x du centre du disque.

Les intégrales suivantes peuvent être utiles pour travailler cette série de TD :

$$\int \frac{1}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dx = \frac{1}{a^2} \frac{x}{\sqrt{x^2 + a^2}} + C, \quad \int \frac{x}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dx = \frac{-1}{\sqrt{x^2 + a^2}} + C.$$