

TD DE PHYSIQUE 1 (Electrostatique)
Série 2

Exercice 1

On considère l'interaction entre deux balles de même charge q . Sachant que pour une distance de 4 m, l'intensité de cette interaction F est de $9 \mu\text{N}$.

- 1- Déterminer la charge q .
- 2- Déterminer le nombre des électrons perdus
- 3- Estimer la fraction des électrons perdus pour chaque balle en fonction de M , m_p et m_n avec $M = 0,055 \text{ Kg}$: la masse de chaque balle, m_p la masse d'un proton et m_n celle d'un neutron ($m_p = m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$).

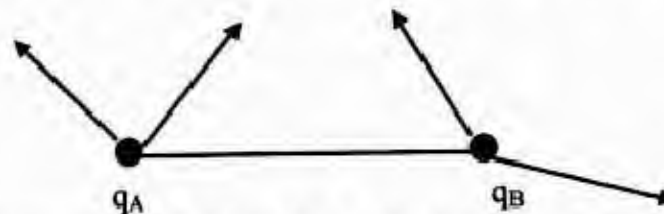
Exercice 2

On considère une charge ponctuelle q positive placée en un point O : elle crée en tout point M de l'espace un champ électrostatique $\vec{E}(M)$. Calculer le flux de \vec{E} à travers une sphère de centre O et de rayon R

Exercice 3

Deux charges ponctuelles q_A et q_B sont disposées en deux points fixes A et B .

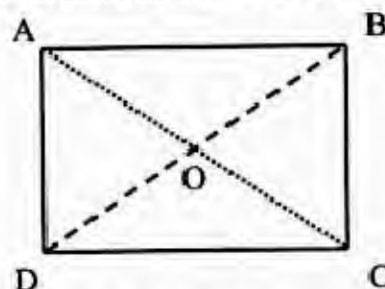
- 1- D'après les lignes de champ dessinées sur la figure, Déterminer les signes de q_A et q_B .
- 2- Le champ global produit par (q_A, q_B) est nul en un point M , situé 4 cm de A sur le segment AB



Déterminer q_B sachant que $q_A = 0.4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ et $AB = 6 \text{ cm}$

Exercice 4

Quatre sommets A , B , C et D d'un carré de 10 cm de côté sont placées quatre charges ponctuelles.



$$q_A = q_B = 3 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$
$$q_C = q_D = -4 \cdot 10^{-8} \text{ C}$$

- 1- Déterminer les composantes et le module du champ créé au centre du carré.
- 2- Définir la force électrique F exercée sur une charge ponctuelle $q_0 = -10^{-8} \text{ C}$ placée en O .
- 3- Déterminer les composantes et le module du champ au point P situé au milieu de AB .

Exercice 5

- 1- Trouver la charge répartie dans le volume défini par : $0 < x < x_0$, $0 < y < y_0$ et $0 < z < z_0$ où $x_0 = y_0 = z_0 = 1$ m, avec la densité volumique de charge : $\rho = a x^2 y$ où $a = 30 \mu\text{C} \cdot \text{m}^{-6}$.
- 2- Que se passe-t-il quand on change de limites pour y : $-y_0 < y < 0$?
- 3- Trouver la charge contenue dans le volume défini en coordonnées sphériques (r, θ, φ) par : $r_1 < r < r_2$ où $r_1 = 1$ m et $r_2 = 2$ m, répartie avec la densité volumique de charge :
$$\rho = b \cos^2(\varphi) / r^4, \quad \text{où } b = 5 \text{ C} \cdot \text{m} \text{ et}$$
- 4- Trouver la charge contenue dans un disque de rayon $r = 4$ m, répartie avec la densité surfacique de charge : $\sigma = \sigma_0 \sin(\theta)$ où $\sigma_0 = 12 \text{ C} \cdot \text{m}^{-2}$.

Exercice 6

Un fil de longueur $2a$ porte une distribution linéique de charge uniformément répartie par unité de longueur, λ ($\lambda > 0$).

- 1- Déterminer le champ sur le plan médian du fil.
- 2- Etudier le cas limite pour lequel le fil est de longueur infinie.

Exercice 7

Un fin demi-anneau de rayon $R = 20$ cm est chargé uniformément d'une charge $q = 0.7$ nC.

- Déterminer le vecteur champ électrique créé au centre de courbure de ce demi-anneau.
- Calculer son module.

Exercice 8

Un disque de rayon a , est chargé uniformément avec une densité de charge superficielle σ (c-a-d σ constante).

- 1- déterminer le vecteur champ électrostatique créé par le disque en un point M de côté x , placé sur son axe de révolution.
- 2- Montrer, que pour a tendant vers l'infini, le champ électrique a une grandeur indépendante de la distance x (c'est-à-dire que E est uniforme).

Exercice 9

Une sphère de rayon R est chargée avec la densité surfacique par $\sigma = \bar{a} \bar{r}$ où \bar{a} est un vecteur constant ($\bar{a} = a \bar{k}$) et \bar{r} est le rayon vecteur d'un point de la sphère par rapport à son centre. Calculer le vecteur champ électrique au centre de la sphère.

Exercice sup! (Devoir)

Calculer le vecteur champ créé par un cercle chargé uniformément avec une densité linéique λ en un point de son axe de révolution



TD 2 E.S.

Exercice 1



$$q = ?$$

On sait que $\vec{F} = K \cdot \frac{q_A \cdot q_B}{r^2} \vec{u}$

On a: $q = q_A = q_B$

alors: $\vec{F} = K \frac{q^2}{r^2} \vec{u}$

$$\Leftrightarrow \frac{F}{K} \cdot r^2 = q^2$$

$$\Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{F}{K} \cdot r^2}$$

A.N: $q = 1,26 \cdot 10^{-7} \text{ C}$

$$q = 126 \text{ nC}$$

2) Nombre des e^- perdus

On a: $q = n|e^-|$

$$\Leftrightarrow n = \frac{q}{|e^-|}$$

A.N: $n = \frac{126 \cdot 10^{-9}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$

$$n = 7,87 \cdot 10^{12}$$

Conclusion: Pour un corps macroscopique la charge présente est appréciable que si le nombre d'électrons perdus (ou gagnés) est très énorme.

3) Fraction des e^- perdus: $\frac{n}{N}$

où N est le nombre total des e^- ($N = N_e = N_p$)

$$M = N_{mp} + N'_{mn} \quad \text{or} \quad N' = N$$

$$M = 2N_{mp} \quad (m_p = m_n)$$

$$N = \frac{M}{2m_p}$$

A.N: $N \approx 1,6 \cdot 10^{25}$ protons

$$\frac{n}{N} = 5 \cdot 10^{-14}$$

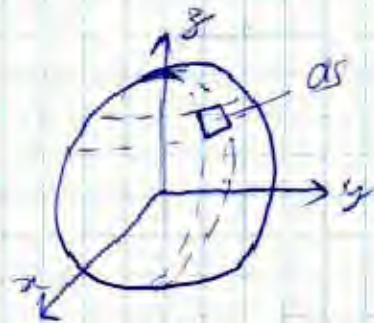
Exercice 2:

$$1) \phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

$$\phi = \int \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \vec{e}_r \int R^2 \sin\theta \theta d\varphi \vec{e}_r$$

$$\phi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \int_0^\pi \int_0^{2\pi} \sin\theta d\theta d\varphi$$

$$\phi = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} 4\pi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

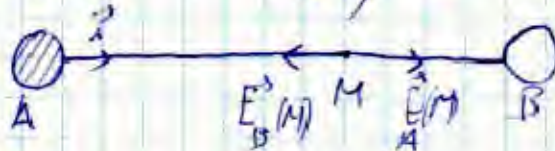


Exercice 3:

2) Le champ global produit par (q_A, q_B) est nul.

q_A et $q_B > 0$

$$AB = 6 \text{ cm}$$



$$\vec{E}(M) = \vec{0} \Rightarrow \vec{E}(M) = \vec{E}_A(M) + \vec{E}_B(M) = \vec{0}$$

$$\vec{E}_A(M) = \frac{q_A}{4\pi\epsilon_0 AM^2} \vec{r}; \quad \vec{E}_B(M) = -\frac{q_B}{4\pi\epsilon_0 MB^2} \vec{r}$$

$$\Rightarrow K \frac{q_A}{AM^2} \vec{r} - K \frac{q_B}{MB^2} \vec{r} = \vec{0}$$

$$\Rightarrow \frac{q_A}{AM^2} = \frac{q_B}{MB^2}$$

$$\Rightarrow q_B = \frac{q_A}{AM^2} MB^2$$

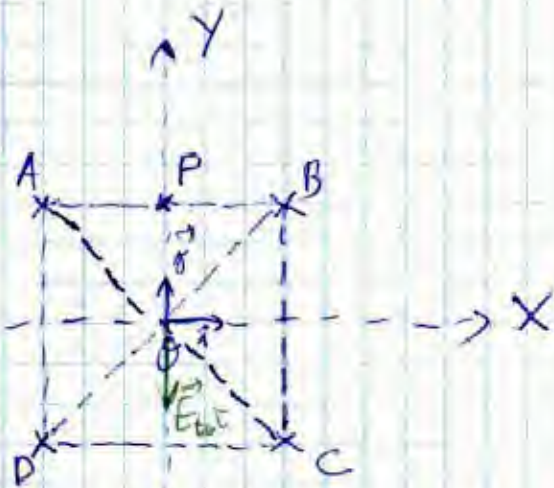
$$q_B = 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ C} = 0,17 \mu\text{C}$$

Exercice 4:

$$\vec{E}(O) = \vec{E} = \vec{E}_A(O) + \vec{E}_B(O) + \vec{E}_C(O) + \vec{E}_D(O)$$

$$\vec{E} = K \frac{q_A}{(AO)^2} \vec{AO} + K \frac{q_B}{(BO)^2} \vec{BO} + K \frac{q_C}{(CO)^2} \vec{CO}$$

$$+ K \frac{q_D}{(DO)^2} \vec{DO}$$



$$\vec{AO} = -\vec{OA} = -\left(-\frac{a}{2}\vec{i} + \frac{a}{2}\vec{j}\right) = \begin{pmatrix} a/2 \\ -a/2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{BO} = \begin{pmatrix} -a/2 \\ -a/2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{DO} = \begin{pmatrix} a/2 \\ a/2 \end{pmatrix}$$

$$\vec{CO} = \begin{pmatrix} -a/2 \\ a/2 \end{pmatrix}$$

$$CO = AO = BO = DO = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2} = \frac{a}{2}\sqrt{2}$$

$$\vec{E}_{\text{Tot}}(0) = K \frac{2\sqrt{2}q}{a^2} (q_C - q_A)\vec{j}$$

\vec{E}_{Tot} est dirigé selon les Y décroissant.

A.N: $E_{\text{Tot}} = 1,78 \cdot 10^5 \text{ V/m}$

2) ~~Calculer~~ $F = q_0 \vec{E}$

$q_0 < 0 \Rightarrow F$ dirigé suivant les Y croissant

F et E sont de sens opposés

A.N: $F = 1,7 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

3)

$$\vec{E} = \frac{q_C}{4\pi\epsilon_0 (CP)^3} 2a \vec{e}_y$$

A.N: $E = 5,15 \cdot 10^4 \text{ V/m}$

TD2 (ES)

Exercice 51

1) On a: $dq = e \, dV$, avec: $e = a x^2 y$
 $dV = dx \, dy \, dz$

Donc: $q = \iiint dq = \iiint a x^2 y \, dx \, dy \, dz$
 $= a \int_0^1 x^2 dx \cdot \int_0^1 y \, dy \cdot \int_0^1 dz$
 $= a \left[\frac{1}{3} x^3 \right]_0^1 \cdot \left[\frac{1}{2} y^2 \right]_0^1 \cdot [z]_0^1$
 $= a \cdot \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{2} \cdot 1 = \frac{30}{6} = 5 \mu C$

2) Pour y : $-y_0 < y < 0$

$$dq = e x \, dV$$

$$q = a \iiint e \, dx \, dy \, dz$$

$$q = a \int_0^{x_0} x^2 dx \int_{-y_0}^0 y \, dy \int_0^{z_0} dz$$

$$q = a \cdot \frac{1}{3} \left[\frac{y^2}{2} \right]_{-1}^0 \cdot 1 = -5 \mu C$$

3) $dq = e \cdot dV$

$$dV = r^2 dr \sin \theta \, d\theta \, d\phi$$

$$q = e \iiint e \cdot r \sin \theta \, dr \, d\theta \, d\phi$$

$$= b \int \frac{1}{r^2} dr \int \sin \theta \, d\theta \int \underbrace{\cos^2 \phi \, d\phi}_I$$

$$I = \int \frac{1 + \cos(2\phi)}{2} d\phi$$

$$= \left[\frac{1}{2} \phi + \frac{\sin(2\phi)}{4} \right]_0^{2\pi} = \pi$$

$$q = b \left[-\frac{1}{r} \right]_1^2 \cdot \left[-\frac{\cos \theta}{2} \right]_0^\pi \cdot \pi$$

$$q = \pi b = 5 \pi c$$

$$4) \sigma = \sigma_0 \sin \theta$$

$$dq = \sigma dS \Rightarrow q = \iint \sigma dS$$

on a $dS = r dr d\theta$

$$\text{alors } q = \iint \sigma_0 \sin \theta r dr d\theta$$

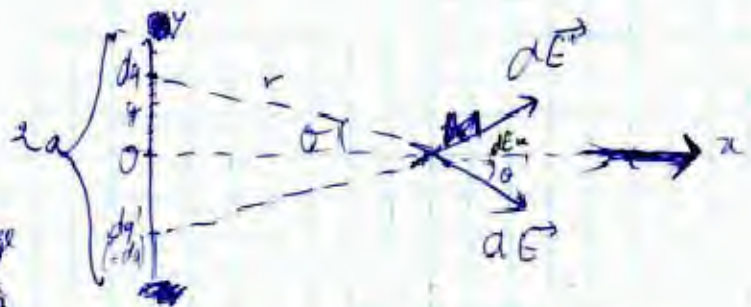
$$\Rightarrow q = \sigma_0 \int_0^4 r dr \int_0^{\pi} \sin \theta d\theta$$

$$q = \sigma_0 \left[\frac{r^2}{2} \right]_0^4 \cdot \left[-\cos \theta \right]_0^{\pi}$$

$$q = 0$$

Exercice 6:

* A chaque élément de longueur dl portant une charge élémentaire dq correspond à



un autre élément de longueur dl' de charge dq' qui lui est symétrique par rapport à l'axe médian (Ox) \Rightarrow les charges dq et dq' créent des champs dont les composantes verticales s'annulent (se compensent) et des composantes tangentielles s'ajoutent la résultante est alors dirigée suivant (Ox) (Ox)

$$\Rightarrow \vec{E} = E_x \vec{e}_x$$

$$dE_x = \text{Proj}_{Ox} (d\vec{E}) = dE \cdot \cos \theta$$

$$\Rightarrow E_x = \int_{\text{fil}} dE_x$$

$$dE = \frac{dq}{4\pi \epsilon_0 r^2}$$

$$dq = \lambda dl = \lambda dy$$

$$dE_x = dE \cos \theta = \frac{dq}{4\pi \epsilon_0 r^2} \cos \theta$$

$$= \frac{\lambda dy}{4\pi \epsilon_0 r^2} \cos \theta$$

$$\text{En a } y = x \tan \theta$$

$$\text{Alors en a } dy = \frac{x}{\cos^2 \theta} d\theta$$

$$dE = \frac{\lambda \left(\frac{x}{\cos \theta}\right) d\theta}{4\pi \epsilon_0 x^2}$$

$$\text{En a } E = \frac{x}{\cos \theta}$$

$$dE_x = \frac{\lambda \left(\frac{x}{\cos \theta}\right) d\theta \cos \theta}{4\pi \epsilon_0 \left(\frac{x}{\cos \theta}\right)^2}$$

$$= \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 x} \cos \theta d\theta$$

$$E_x = \int_{-\theta_0}^{\theta_0} \frac{\lambda}{4\pi \epsilon_0 x} \cos \theta d\theta$$

$$= \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 x} \sin \theta_0$$

$$E_x = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 x} \frac{a}{\sqrt{x^2 + a^2}} \sin \theta_0$$

$$\vec{E} = E_x \cdot \vec{e}_x$$

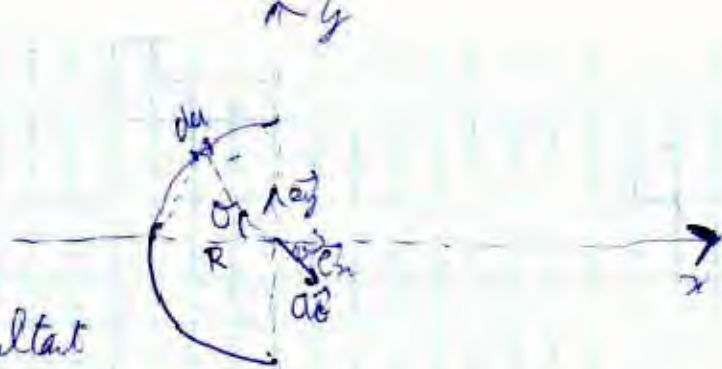
$$= E_x(x) \vec{e}_x$$

2) Pour un fil infini $\Rightarrow \theta_0 \rightarrow \frac{\pi}{2}$

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 x} \vec{e}_x$$

Exercice 7:

Le fait de symétrie d'un demi-anneau par rapport à l'axe (Ox) , le vecteur \vec{E} résultant se rapporte par l'axe (Ox)



$$\vec{E} = E_x \cdot \vec{e}_x$$

$$E_x = \int dE_x = \int dE \cdot \cos \alpha$$

$$\text{on a } dE = \frac{dq}{4\pi\epsilon_0 R^2} \quad \text{et } dq = \lambda \cdot dl = \lambda R d\alpha$$

$$\text{donc } dE_x = \frac{dr d\alpha}{4\pi\epsilon_0 R^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \cos \alpha d\alpha$$

$$\text{donc } E_x = \int dE_x = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos \alpha d\alpha$$
$$= \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0 R} [\sin \alpha]_{-\pi/2}^{\pi/2}$$

$$E_x = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 R}$$

$$\Rightarrow \vec{E} = E_x \vec{e}_x$$

2) module:

$$E_x = \frac{\lambda q}{4\pi\epsilon_0 R} = \frac{\lambda \cdot q}{(4\pi\epsilon_0) \pi R^2} = \frac{\lambda}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{\pi R^2}$$
$$= 0,2 \text{ kV/m}$$



ETUSUP.com

Programmmation
Cours
Electricité
Physique
Résumés
Analyse
Livres
Exercices
Contrôles Continus
Langues
Thermodynamique
Multimedia
Divers
Economie
Travaux Dirigés
Chimie Organique
Informatique
Optique
Diapo
Chimie
Algèbre
Corrigés
Mathématiques
Mécanique
Travaux Pratiques
Droit

et encore plus..