EXERCICES D'ELECTROSTATIQUE

ENONCES

<u>Exercice 1</u> : Champ électrostatique crée par des charges

Trois charges ponctuelles +q, -q et -q sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté a.
Déterminer les caractéristiques du champ électrostatique régnant au centre du triangle.
Application numérique : $q = 0,1$ nC et $a = 10$ cm.

<u>Exercice 2</u> : Champ électrostatique crée par deux plans

Considérons deux plans parallèles distants de d.
Le premier plan est chargé positivement avec une densité surfacique de charge $+\sigma$ (en C/m²).
Le second plan est chargé négativement avec une densité surfacique de charge $-\sigma$.
Déterminer le champ électrostatique crée par les deux plans en un point quelconque de l'espace.

<u>Exercice 3</u> : Expérience de Millikan (1911)

Entre deux plaques métalliques horizontales distantes de 1,5 cm, on applique une différence de potentiel de 3 kV.
On constate alors que de petites gouttes d'huile chargées négativement sont en équilibres entre les deux plaques.

a) Quelles sont les polarités des plaques ?
b) Quelle est la charge d'une goutte d'huile ?
Comparer à la charge d'un électron.

On donne :

- masse volumique de l'huile : $\rho = 900$ kg/m^3
- diamètre d'une goutte : $D = 4,1$ µm
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8$ m/s²

<u>Exercice 4</u> : Champ électrostatique crée par une boule métallique

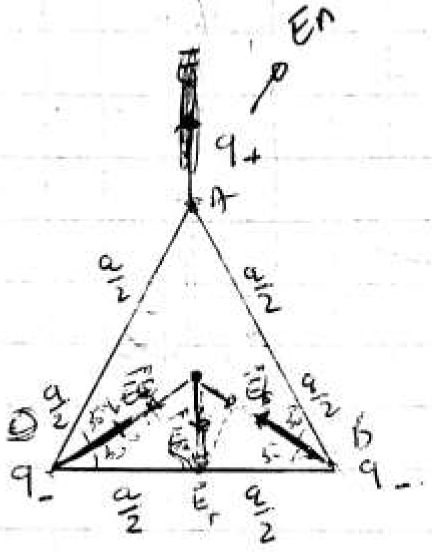
Considérons une boule en métal de rayon R ayant une charge globale Q.
A l'équilibre, comment se répartissent les charges dans le conducteur ?
En déduire l'expression de la densité surfacique de charge σ (en C/m²).
Que vaut le champ électrostatique dans le conducteur ?

En appliquant le théorème de Coulomb, vérifier qu'à la surface du conducteur : $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R^2}$

En utilisant le théorème de Gauss, montrer que l'intensité du champ électrostatique crée à la distance r ($r \geq R$) du centre du conducteur est : $E = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$

Seance 02

Exo 1



X

$E_t = E_a + E_b + E_c$.

$E = q \cdot \frac{1}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

calcul de r

$\cos 30° = \frac{\frac{a}{2}}{r} \Rightarrow r = \frac{\frac{a}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}}$

$r = \frac{a}{\sqrt{3}}$

$\cancel{E_T = E_A + E_B + E_C}$. $E_T = E_A + E_B \cos 60° + E_d \cos 60°$

$E_A = E_B = E_d$

$= E(1 + 2\cos 60°) \Rightarrow E = \frac{3q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}$

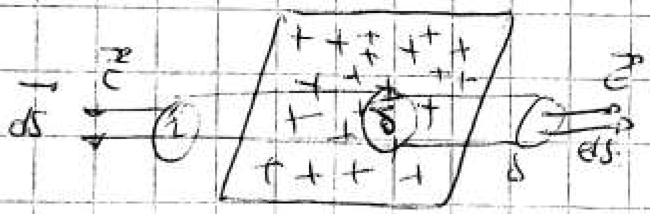
$$E_t = \frac{3q}{4\pi\varepsilon_0 a^2}\left(1+2\cos 60^\circ\right).$$

A.N :

$$E_t = \frac{3\times 0{,}7\times 10^{-9}\times 9}{10^{-9}\left(10^{2}\cdot 10^{-4}\right)}\cdot\left(1+2\cos 60^\circ\right)$$

$$\boxed{E_t = 540\ V/m}$$

Exo2



$$\sigma = \frac{\Sigma Q_i}{S}$$

$$\phi_t = \oiint \vec{E}\,\vec{ds} = \frac{\Sigma Q_i}{\varepsilon_0} \Rightarrow \phi_t = \phi_1 + \phi_2 + 0$$

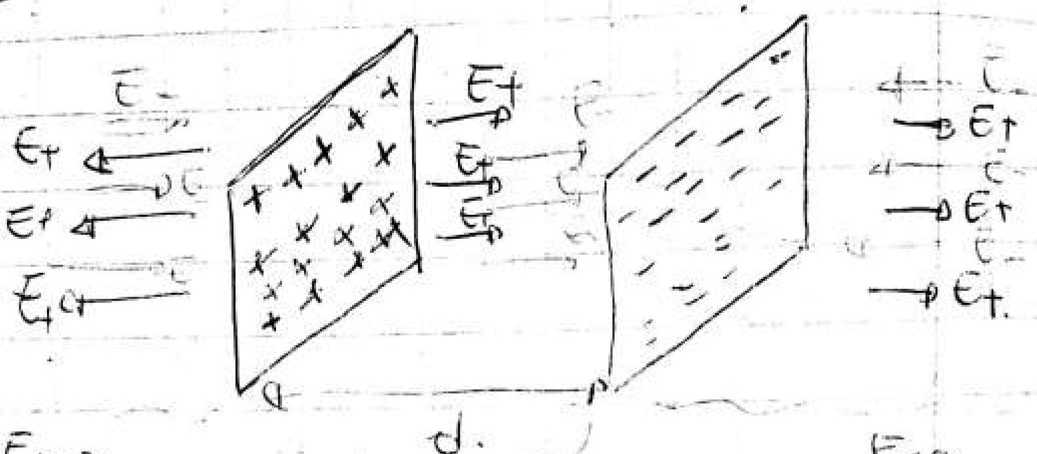
$$= E.S + E.S$$

$$= 2E.S$$

$$= \frac{\sigma.S}{\varepsilon_0}$$

$$\boxed{E = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}}$$

Exo2)



$E_t = 0$ $\qquad$ $E_t = 0$

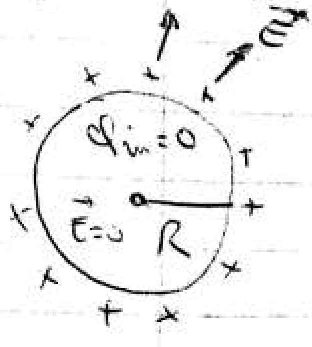
$E_t = 2E$

$E = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0}$

Exo4)

(a) . a l'équilibre les charges se répartissent sur la surface

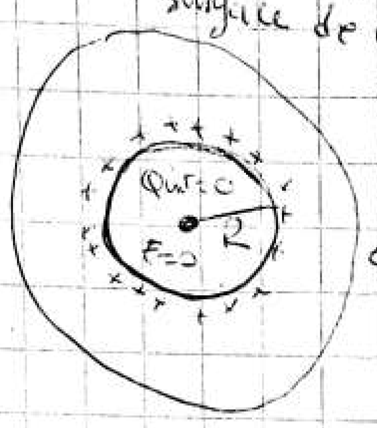
$\sigma = \dfrac{Q}{4\pi R^2}$ $\quad [\sigma] = \dfrac{C}{m^2}$



$\|\vec{E}\| = \dfrac{1}{4\pi\varepsilon_0} \cdot \dfrac{Q}{r^2}$ $\quad$ à la surface "r".

$\vec{E} = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \cdot \vec{u} \Rightarrow \|\vec{E}\| = \dfrac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$

En appliquant le théorème de Gauss



boule sphère de Gauss c'est une surface fictive $= 4\pi r^2$

Théorème de Gauss

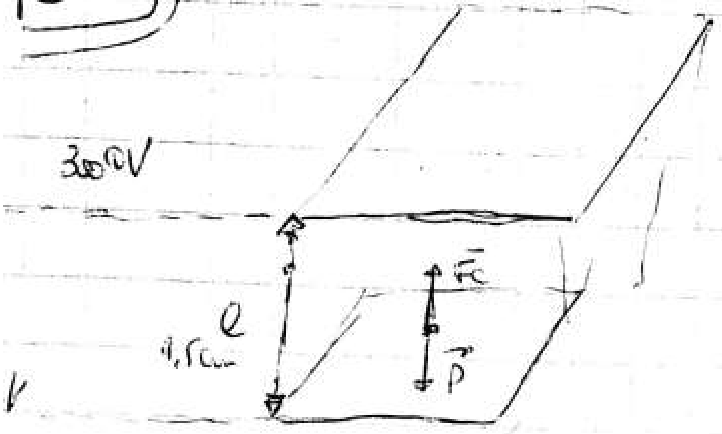
$$\Phi_{total} = \oiint \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{\sum Q}{\varepsilon_0}$$

$$= E \cdot S = E \cdot 4\pi r^2 = \frac{Q}{\varepsilon_0} \Rightarrow E = \frac{Q}{4\pi r^2 \varepsilon_0}.$$

à la surface $r = R$

$$E = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$$

Exo3



$\vec{F_c} = \vec{P}$

$\vec{F_c} + \vec{P} = 0$

- la premiere plac chargé positivement
- la 2eme plac chargé negativement

2. Quelle est la charge d'une goutte d'huile

$$\|\vec{F_c}\| = \frac{|q_1||q_2|}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

q_h : pour → la goutte d'huile

q_p : pour → la plaque

a l'equilibre → $\vec{F_{c_T}} = \vec{P}$

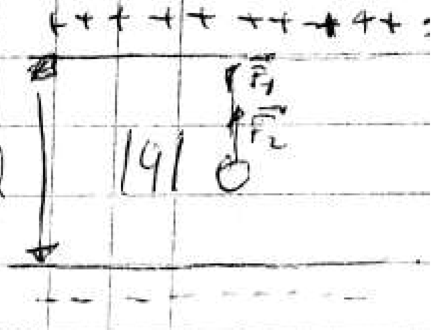
$F_{c_T} = P$

$q_h \cdot E = mg$

$q_h = \frac{mg}{E}$ — *

$E = ?$

la loi de la circulation



$$\int_a^b \vec{E}\,d\vec{l} = V(a) - V(b)$$

$$E \cdot l = \Delta V$$

$$E = \frac{\Delta V}{l}$$

$$— (*) \qquad |q_n| = \frac{m \cdot g \cdot l}{\Delta V}$$

le calcul de

$m \longrightarrow$ mass de la goutte d'huile

$$m_v = \frac{m}{V} \Rightarrow m = m_v . V$$

le $V = \frac{4\pi}{3} R^3$ avec R : rayon de la goutte

$$|q_n| = \frac{m_v . 4\pi R^3 . g . l}{3 \Delta V}$$

AN : $|q| = 1{,}6 . 10^{-28}$

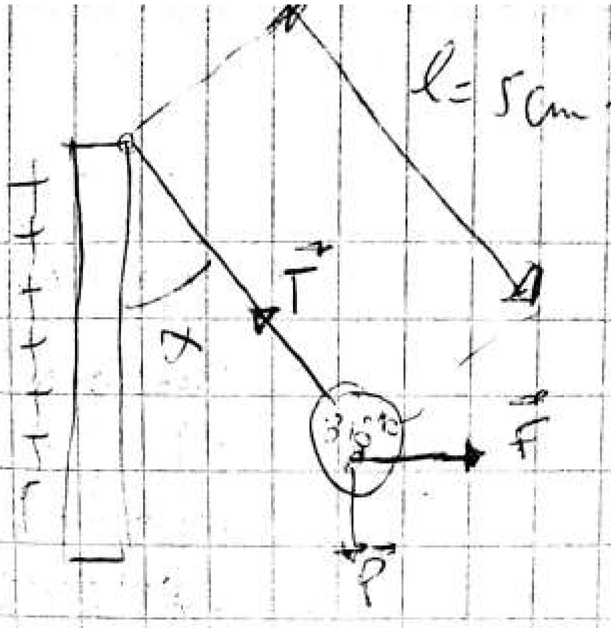
(10). la charge de l'électron :

$q_e = 1{,}6 . 10^{-18} C$

$|q_B| = 1{,}6.10^{-19} \times 10 . C.$

Exo5 :) Une sphère de masse égale à 0,1 g. et portant une charge de $3.10^{-10} C$ est attachée à l'extrémité d'1 fil de soie de 5cm de long.
L'autre extrémité du fil est attachée à une grande plaque non-conductrice verticale dont la densité surfacique de charge vaut $25.10^{-6} C/m^2$

- Déterminez l'angle que fait le fil avec la verticale.



A l'équilibre : $\sum \vec{F} = 0 \Rightarrow \vec{P} + \vec{F} + \vec{T} = \vec{0}$

sur $(o\vec{x})$ $\begin{cases} F - T \\ \end{cases}$

(oy) $\begin{cases} F - T\sin\alpha = 0 \Rightarrow F = T\sin\alpha & ① \\ -p + T\cos\alpha = 0 \Rightarrow p = T\cos\alpha & ② \end{cases}$

$$\frac{F}{p} = tg\alpha.$$

$$F = q\,E = q\,\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$$

$$tg\alpha = \frac{q\sigma}{2\varepsilon_0\,mg}.$$