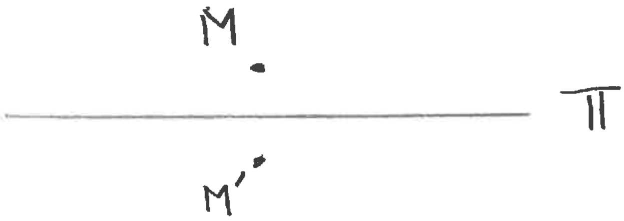
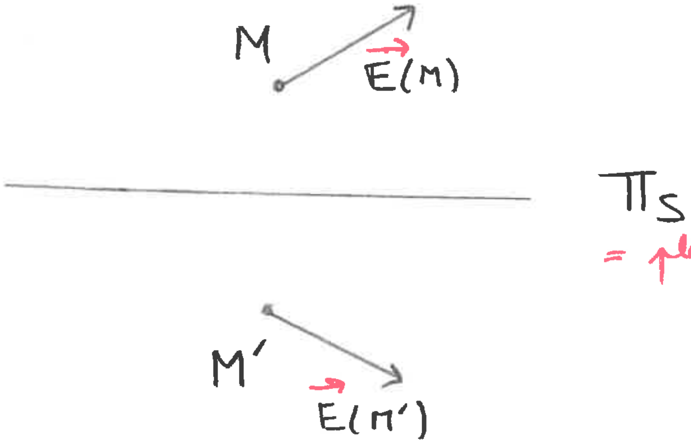
TD7 : AD5 :

1.



⚠ $\vec{E}$ est un VECTEUR

2.

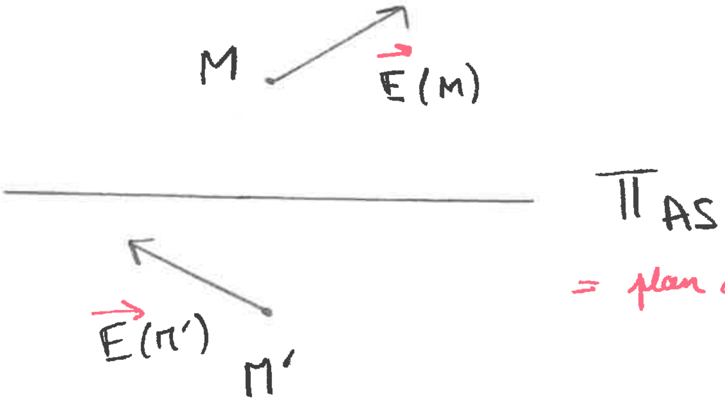


car si $M' = \text{sym } M / \Pi_S$

$\vec{E}(M') = \text{sym}(\vec{E}(M)) / \Pi_S$

= plan de symétrie des charges

3.



car si $M' = \text{sym } M / \Pi$

$\vec{E}(M') = -\text{sym}(\vec{E}(M)) / \Pi_{AS}$

= plan d'antisymétrie des charges

Senhat
Mathias
Célia
=> groupe 9

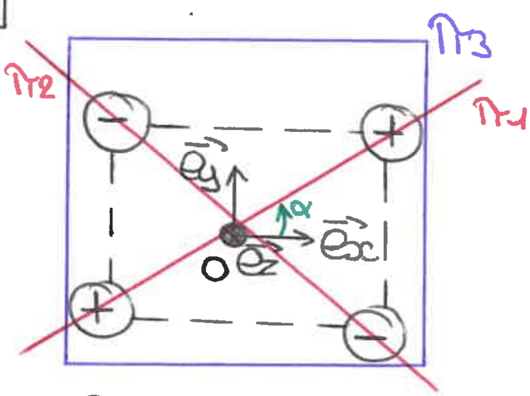
(Merci de rédiger les deux exercices sur des feuilles séparées)
↳ rédiger en recto-verso
→ numérotez vos pages

TD n°7

⚠ Explicitez au moins 1 fois les grandeurs introduites
Π_S = plan de symétrie des charges
Π_{AS} = ——— d'antisymétrie ———

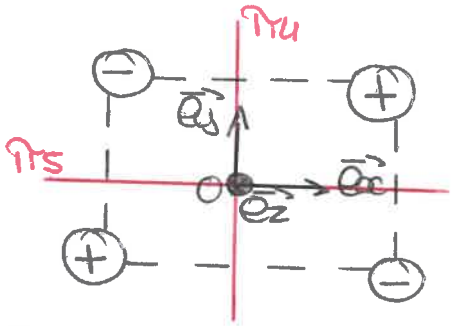
AD 6

ⓐ



Les 3 plans de symétries des charges sont :
- $\Pi_1 (O, \vec{e_z}, \cos\alpha \vec{e_x} + \sin\alpha \vec{e_y})$
- $\Pi_2 (O, \vec{e_z}, -\cos\alpha \vec{e_x} - \sin\alpha \vec{e_y})$
- $\Pi_3 (O, \vec{e_x}, \vec{e_y})$ B

ⓑ

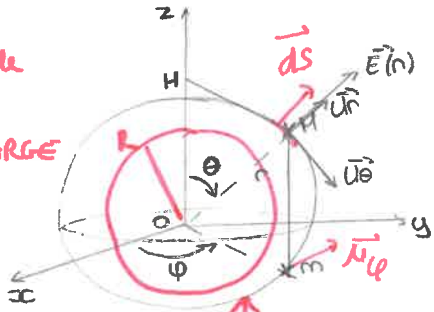


Les 2 plans d'antisymétrie des charges sont :
- $\Pi_4 (O, \vec{e_y}, \vec{e_z})$
- $\Pi_5 (O, \vec{e_x}, \vec{e_z})$ B

AD 14

ⓐ → sphérique
→ M un point e boule

⚠ pour déterminer $\vec{E}$ en tout point de l'espace prendre M EN DEHORS DES CHARGE



surface de gauss à PRECISER

$\Pi_1 (M, \vec{u_r}, \vec{u_\theta}) = \Pi_S$ des charges
$\Pi_2 (M, \vec{u_r}, \vec{u_\varphi}) = \Pi_S$ des charges
$\Pi_3 (M, \vec{u_\theta}, \vec{u_\varphi})$ = coupe pas la sphère

→ $\vec{E}(M) \in (\Pi_1 \cap \Pi_2)$ colinéaire à $\vec{u_r}$
donc $\vec{E}(M) = E(M)\vec{u_r} = E(r, \theta, \varphi)\vec{u_r}$

→ les rotations selon θ et φ laissent les charges invariantes donc $E(r, \theta, \varphi)$ est indépendant de θ et φ donc $\vec{E}(M) = E(r)\vec{u_r}$ B

→ Théorème de Gauss : $\Phi(\vec{E})_{\text{à travers } S_{gauss}} = \oiint \vec{E}(M) \cdot \vec{dS}$
$= \oiint E(r)\vec{u_r} \cdot dS\,\vec{u_r} = E(r) \times S = E(r)\, 4\pi r^2 = \dfrac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

à dessiner à préciser

⚠ Dans cette exercice la charge est uniquement répartie sur la SURFACE de la sphère, pas en volume

si $r > R$:

Q_{int} = la charge portée par la sphère

$= \cancel{\rho \times V_{sphère}} = \cancel{\rho \times (4/3)\pi R^3}$

ici $Q_{INT} = Q$

$$E(r)\, 4\pi r^2 = \cancel{\frac{\rho \times (4/3)\pi R^3}{\varepsilon_0}}$$

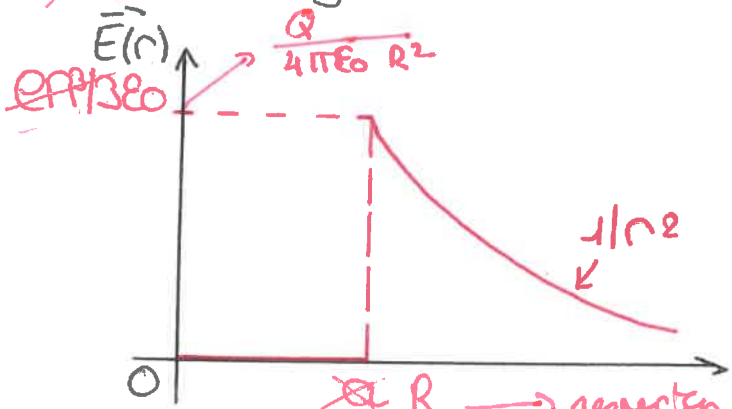
$$\vec{E}(r>R) = \cancel{\frac{\rho \times 4\pi R^3}{4\pi r^2\ 3\varepsilon_0}\vec{u_r} = \frac{\rho R^3}{3\varepsilon_0 r^2}}\vec{u_r}$$

$$\boxed{\vec{E}(r>R) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}\vec{u_r}}$$

si $r < R$:

$\vec{E}(r<R) = \vec{0}$ car la charge se trouve uniquement à la surface de la sphère et il n'y a pas de charge à l'intérieur de boule creuse

doncB



~~R~~ R ⟶ respectez les notations de l'énoncé

$\vec{E}(r)$ est discontinue à la traversée des charges, réparties sur une surface

ⓑ $\vec{E}(M) = E(r)\vec{u_r}$

$dV = -\vec{E}(M) \cdot d\vec{l} = -E(r)\vec{u_r} \cdot d\vec{l} = -E(r)\,dr$

$$\frac{dV}{dr} = -\cancel{\vec{E}}(r)$$

scalaire

si $r < R$:

posons $V(r=R) = V_0 = V(r<R)$

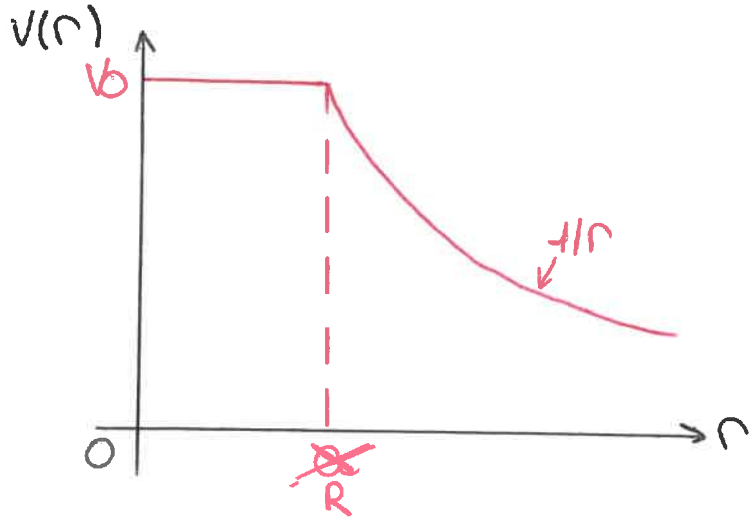
car $V(r)$ est dérivable et donc continue

si $r > R$:

$$\frac{dV}{dr} = -\cancel{\vec{E}}(r) = -\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$$

$$V(r) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r} + \cancel{cste} = 0 \text{ car } \lim_{r\to+\infty} V(r) = 0$$

car il n'y a pas de charges à l'infini.



V(r) est continue à la traversée des charges réparties sur une surface

ⓒ en utilisant les relations de $\vec{E}(r)$ et $V(r)$ trouvées précédemment, on a :

$$\boxed{V(R) = R\,E(R)}$$

on veut une relation entre $E(R)$ et $V(R)$

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r} = r\,\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$$

ⓓ $V(R) = R\,E(R) \Rightarrow E(R) = \frac{V_0}{R} \leq E_d$ l'inconnue est R rayon de la sphère

R = rayon de la sphère

$$\Rightarrow R \geq \frac{V_0}{E_d} = \frac{10\,000}{3\times10^6} = 3{,}33\text{ mm}$$

oui

Le rayon de la sphère doit au moins être de 3,33 mm soit 3×10^{-3} m

ⓔ $V(R) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{R} \Rightarrow Q = V(R)\,4\pi\varepsilon_0 R$

$$= V_0\,4\pi\varepsilon_0 R$$

$$= (10\,000)\times \cancel{4\pi\times(9\times10^9)}\times(3\times10^{-3})$$

$$= \cancel{3{,}39\times10^{-12}}\ C$$

$\approx$ [illegible]$.10^{-6}$ C.

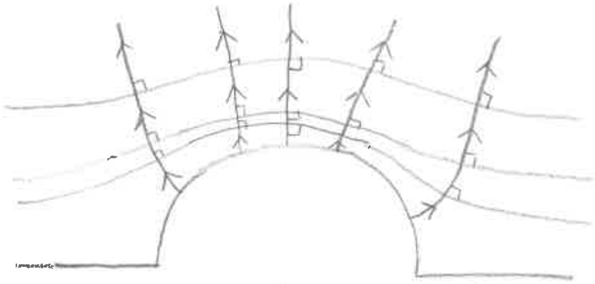
$\frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9\times10^9$

$\varepsilon_0 = 8{,}85\times10^{-12}$ F.m^{-1}

ⓕ avec la formule $E(R) = \frac{V_0}{R}$, si r diminue alors le champ électrique $E(R)$ augmente

↳ et la "pointe" attire la foudre !

AD n° 13 Groupe 2.

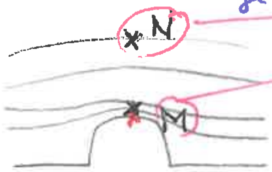
a) 

Ici, on représente les lignes de champs perpendiculaires aux équipotentielles

b) $\vec{E}$ est orienté dans le sens des potentiels décroissants donc ici, d'après le sujet, $\vec{E}$ est orienté vers le haut.
Or $\vec{E}$ est portée par les lignes de champs, donc la charge portée par l'aspérité est positive. car les lignes de $\vec{E}$ divergent

c) Le champ s'intensifie où les équipotentielles sont les plus resserées. Ainsi, d'après le schéma de l'énoncé, le champ est plus intense quand on se rapproche de la charge.

d) Le sommet de l'aspérité correspond à l'équipotentielle la plus proche de la charge.
Ainsi, on prend M un point de cette équipotentielle et N un point sur l'équipotentielle la plus éloignée de la charge : → sur l'équipot 0,3 V



→ sur l'aspérité $V(M) = 0$.

$\|\vec{E}\| = \dfrac{0,3 \cdot 10^3}{0,1} = 3\ kV.m^{-1}$

Ainsi, $\|\vec{E}(M)\| = \dfrac{V(M) - V(N)}{MN}$

$= \dfrac{-300 + 1500}{0,7}$

$\boxed{\|\vec{E}(M)\| = 1714\ V.m^{-1}}$

→ comme le champ n'est pas uniforme, on a plutôt intérêt à prendre les 2 équipotentielles les plus proches

e) Pour obtenir un champ de $30\ kV.cm^{-1}$, ~~(ou $3,0 \times 10^7\ V.m^{-1}$)~~ $= 3\,000\ kV.m^{-1}$
il faudrait une charge de $3,34 \times 10^4$ C d'où ça sort ???
Dans le contexte de l'exercice, si cette valeur était atteinte, il pourrait y avoir une décharge électrique (un éclair) dû à la polarisation de l'air.

ici $\|\vec{E}\| < 3\,000\ kV.m^{-1}$ donc pas de décharge.

TD7 : AD 16 Groupe 3

1) Soit un système soumis à une force conservatrice $\vec{F}$
on définit son énergie potentielle notée E_p par :
$\delta W(\vec{F}) = -dE_p$

2) on effectue un bilan des forces :
* poids ⟹ négligeable et ~~non~~ conservateur ~~donc~~ si le poids est toujours une force conservative.
* force électrostatique ⟹ $\vec{F} = q\vec{E}$

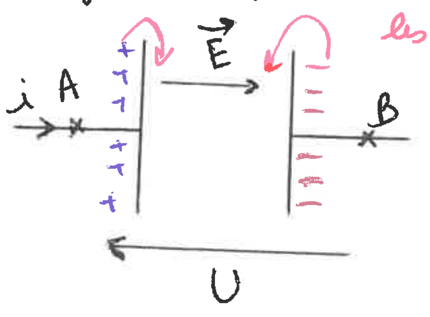
D'où $E_{p_B} - E_{p_A} = -W_{A\to B}(\vec{F}) = -\cancel{\oint} \vec{F}\cdot\vec{dl} = -\cancel{\oint} q\vec{E}\cdot\vec{dl} = -q \cancel{\oint}_{A\to B} \vec{E}\cdot\vec{dl}$

Or, par définition, $\vec{E}\cdot\vec{dl} = -dV$ ⚠ le travail d'1 force conservative sur 1 contour FERMÉ est toujours nul.

Donc $E_{p_B} - E_{p_A} = -q\oint_A^B (-dV) = +q(V_B \cancel{+ cte} - V_A)$
$= q(V_B - V_A) \Rightarrow E_p = qV + cte$

3) D'après le théorème de l'énergie cinétique :
$\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum W(\vec{F}_{ext}) = \int_A^B q\vec{E}\cdot\vec{dl}$
$= -q(V_B - V_A) = qU_{AB}$

4) * Pour fabriquer un champ électrostatique uniforme, on peut appliquer une tension entre deux armatures métalliques
Ce dispositif est appelé condensateur. B.



les charges sont à l'intérieur

* on utilise la question 3),
$E_c(B) - E_c(A) = \frac{1}{2}mv_B^2 - 0$ car la vitesse initiale est nulle
$= \frac{1}{2}mv^2 = qU$

Ainsi, $v = \sqrt{\dfrac{2qU}{m}}$

5) On cherche U_{lim} telle que $v \leq 0{,}1\, v_{max}$ où $v_{max} = c = 3 \times 10^{8}\ m.s^{-1}$

$0{,}1\, v_{max} = 0{,}1c \leq \sqrt{\dfrac{2qU_{lim}}{m}}$

10^{14} ?

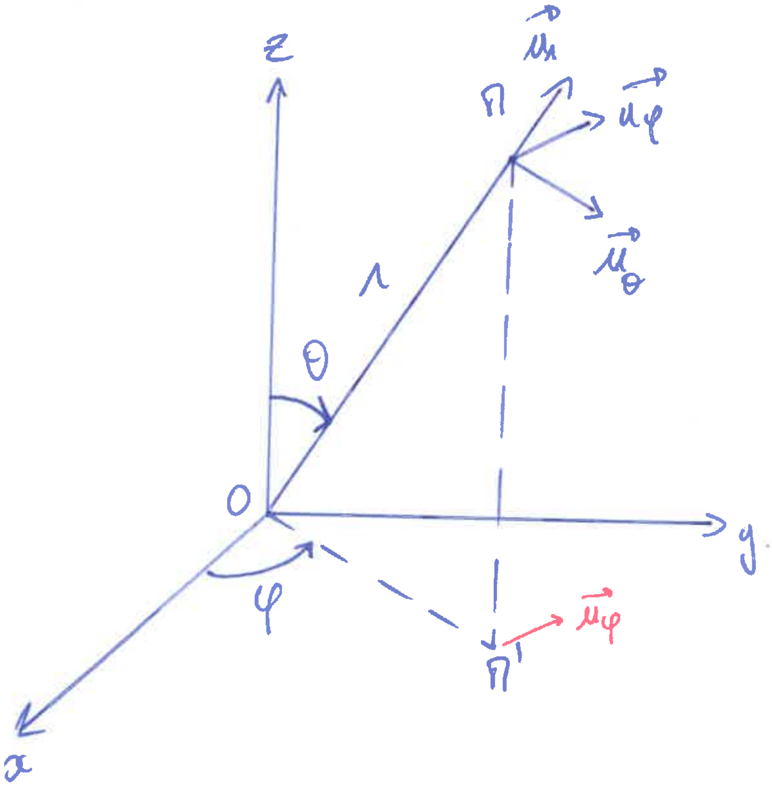
$\Longleftrightarrow U_{lim} = \dfrac{(0{,}1\,c)^2 \times m}{2q} = \dfrac{9 \times 10^{49} \times 9 \times 10^{-31}}{2 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}$

$\approx \dfrac{\cancel{10^{50}} \times 10^{-30}}{\cancel{4} \times 10^{-19}} \approx 2{,}5\ \cancel{V} \times 10^{3}\ V$

$= 2{,}5\ kV.$

AD8 : grp 1

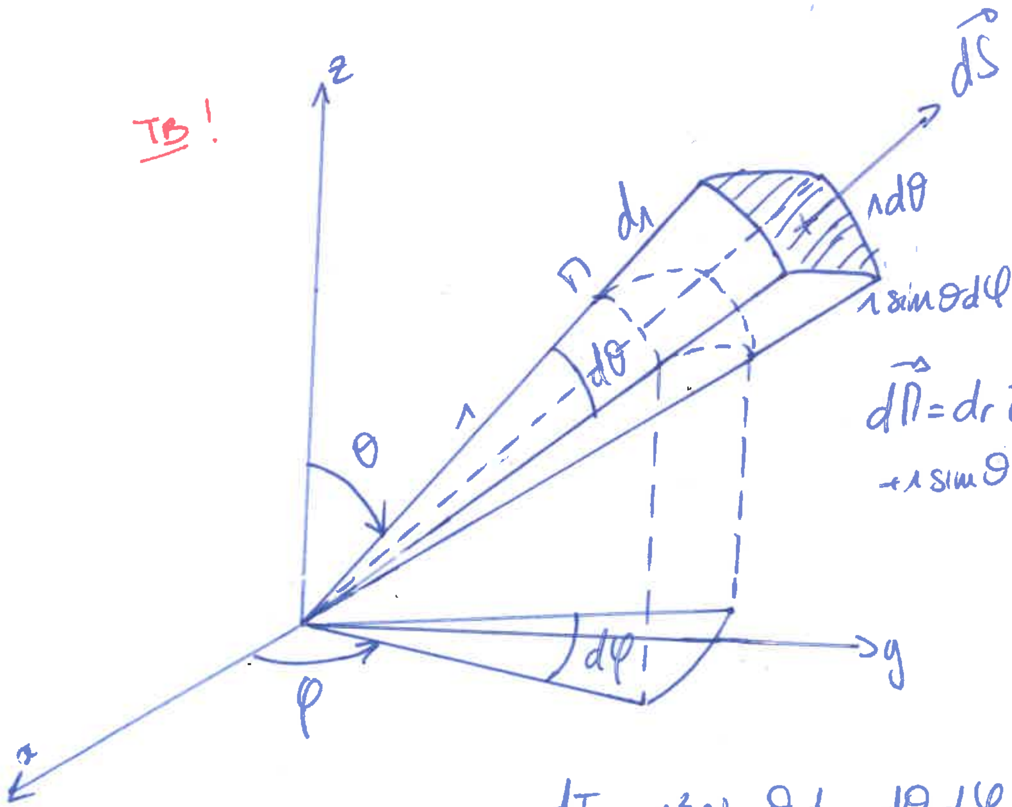
1. Pour une distribution de charge sphérique



$\vec{OM} = r\,\vec{u_r}$

2.

TB !



$\vec{dM} = dr\,\vec{u_r} + r\,d\theta\,\vec{u_\theta} + r\sin\theta\, d\varphi\,\vec{u_\varphi}$

$d\tau = r^2 \sin\theta . dr . d\theta\, d\varphi$

$\vec{dS_1} = r^2 \sin\theta\, d\theta\, d\varphi\, \cancel{\vec{dS}}\ \vec{u_r}$