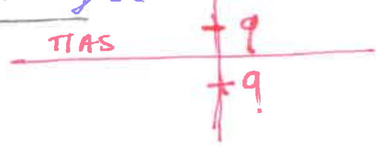
Groupe 7, TD 7

ex n°1 :

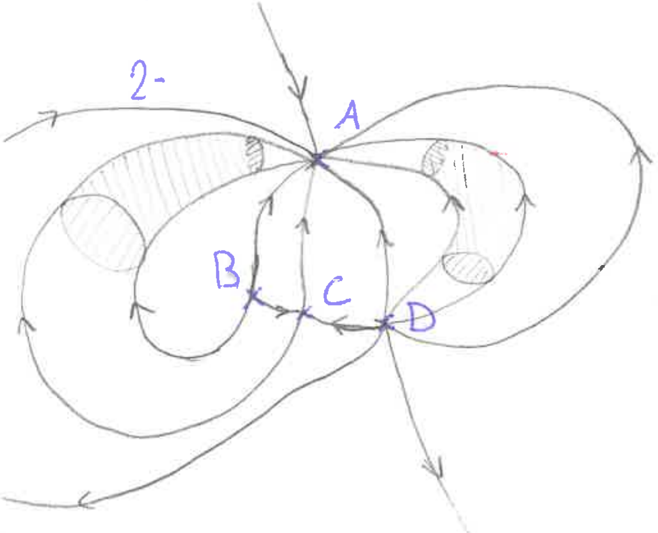
1- On peut assimiler le groupe de charges à un dipôle électrique : son pôle ⊖ serait au niveau de la charge du haut, le pôle ⊕ à celle du bas.

Les plans dans lesquel est le dipôle sont des plans de symétrie du champ, le plan orthogonal à tous ces plans, donc au dipôle, est un plan d'antisymétrie. la présence d'un plan d'antisymétrie assure la neutralité de la charge de l'ensemble.

schéma ?



2-



les sens des lignes de champ donnent le signe des charges :

|| A : ⊖ || B : ⊕ || D : ⊕

le champ électrique semble s'annuler au point C. car des lignes de champ arrivent et repartent.

3- on note $-q_A$, q_B et q_D les charges au différents points, sachant que $\min(\{q_A, q_B, q_D\}) = q$ et $-q_A + q_B + q_D = 0$ $(q_A > 0, q_B > 0, q_D > 0)$

de plus, comme le champ s'annule en C on a :

$$\vec{E}(C) = \frac{q_B}{\cancel{4\pi\varepsilon_0} d_{BC}^3}\vec{BC} + \frac{q_D}{\cancel{4\pi\varepsilon_0} d_{DC}^3}\vec{DC} - \frac{q_A}{\cancel{4\pi\varepsilon_0} d_{AC}^3}\vec{AC} = \vec{0}$$

⚠ des erreurs de calculs.

où $d_{\alpha\beta}$ est la distance entre les points α et β. ⚠

$\vec{BC} = (24a ; -8a)$ $\vec{DC} = (-51a ; -8a)$ $\vec{AC} = (0 ; -83a)$

$d_{DC} = a\sqrt{51^2+8^2} \simeq 52a$ $d_{BC} = a\sqrt{24^2+8^2} \simeq 25a$ $d_{AC} = 83a$] il faut faire un calcul précis

en projettant sur l'axe lié à la 1ère coordonnée on obtient schéma !

oui | $q_B \frac{24}{a^2 \cancel{52}^3} - \frac{51}{a^2 \cancel{25}^3} q_D = 0 \iff q_B = \frac{51}{24}\cancel{\left(\frac{52}{25}\right)^3} q_D = \frac{51}{24}\left(\frac{25}{52}\right)^3 \simeq \left(\frac{25}{50}\right)^2 = \frac{1}{4}$

25^3 52^3

$q_B \simeq \cancel{18}\, q_D$ c'est l'inverse

ce n'est pas cohérent avec les lignes de champs, essayons avec l'autre équation

|| $-\frac{8}{d_{BC}^3} q_B + \frac{8}{d_{DC}^3} q_D + \frac{83}{d_{AC}^3} q_A = 0$ pourquoi ?

on utilise la 1ère équation $-q_A + q_B + q_D = 0$ pour remplacer $q_A = q_B + q_D$, ainsi en réarrangeant les termes et en remplaçant par les valeurs numériques on a

$$q_D = -\left(\frac{\frac{83}{83^3} - \frac{8}{25^3}}{\frac{8}{52^3} + \frac{83}{83^3}}\right) q_B \simeq 2 q_B$$

même erreur

c'est cohérent avec le champ dessiné, donc $\boxed{q = q_B}$, $\boxed{q_B = \cancel{2}4q}$ et $\boxed{q_A = -\cancel{3}5q}$

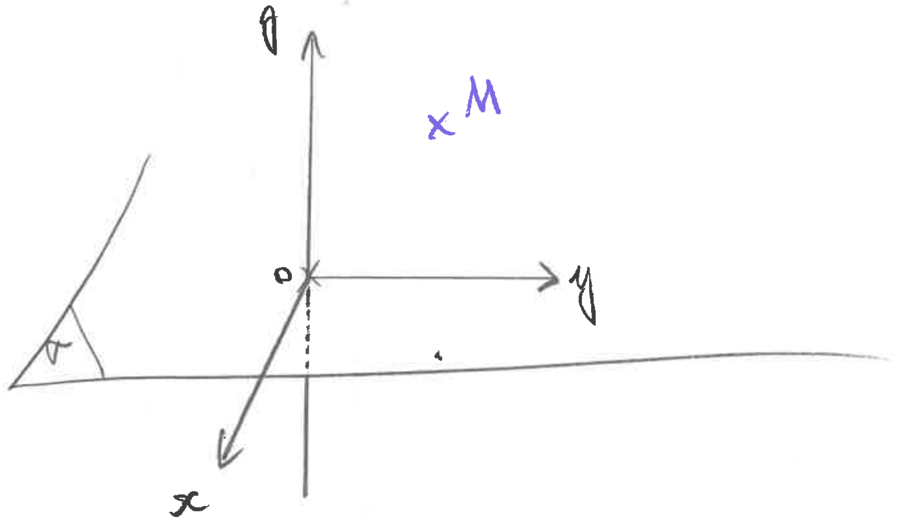
4 - les tubes de champ, dessinés à la page précédente, ont l'air plus denses autour du point A

↳ ils se resserrent autour de A donc le champ électrique est plus ~~dense~~ intense en A.

TD 7 exercice II groupe 6 page 1

T bon travail.

1) a)



$\Pi_1 = (M, \vec{u}_x, \vec{u}_z)$ est un plan de symétrie des charges

$\Pi_2 = (M, \vec{u}_x, \vec{u}_y)$ ne coupe pas les charges

$\Pi_3 = (M, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$ est un plan de symétrie des charges

alors, $\vec{E}(M) \in \underbrace{(\Pi_1 \cap \Pi_3)}_{\vec{u}_z}$, donc $\boxed{\vec{E}(M) = E(M)\,\vec{u}_z}$ $= E(x,y,z)\,\vec{u}_z$

b) Une translation selon x ou y laisse la distribution des charges invariante, une translation selon z fait varier la distribution des charges.

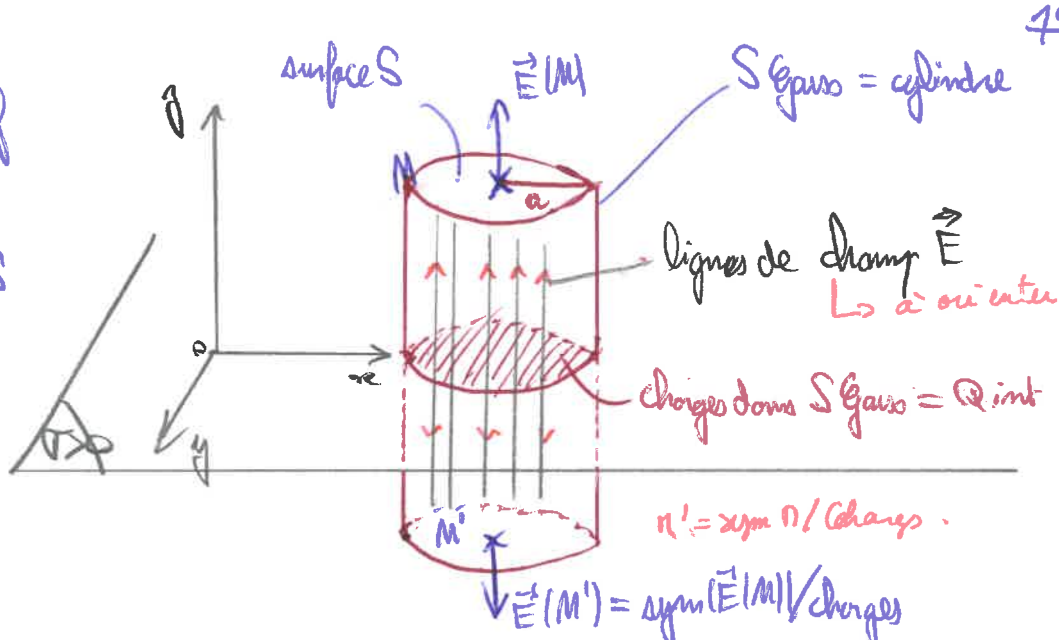
donc $\vec{E}$ ne dépend pas de x et y.

alors, $\boxed{\vec{E}(M) = E(z)\,\vec{u}_z}$

c) théorème de Gauss : $\underset{\substack{\text{à travers} \\ S\ \text{Gauss}}}{\Phi(\vec{E})} = \dfrac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$

$S_{sup} = S_{inf}$
$= S$

$Q_{int} = \sigma S$



$$\underset{\substack{\text{à travers}\\ S\,\text{Gauss}}}{\Phi(\vec{E})} = \oiint_{S\,Gauss} \vec{E}\,\vec{dS} = \underbrace{\iint_{S\,latérale} \vec{E}\,\vec{dS}_{lat}}_{\substack{=0 \text{ car}\\ \vec{E} \perp \vec{dS}_{lat}}} + \iint_{S\,sup} \vec{E}\,\vec{dS}_{sup} + \iint_{S\,inf} \vec{E}\,\vec{dS}_{inf}$$

$$= \iint_{S_{sup}} E(z)\,\vec{u}_z\, dS_{sup}\,\vec{u}_z + \iint_{S_{inf}} E(z)(-\vec{u}_z)\, dS_{inf}(-\vec{u}_z)$$

$$= \iint_{S_{sup}} E(z)\, dS_{sup} + \iint_{S_{inf}} E(z)\, dS_{inf}$$

$$= 2E(z)S$$

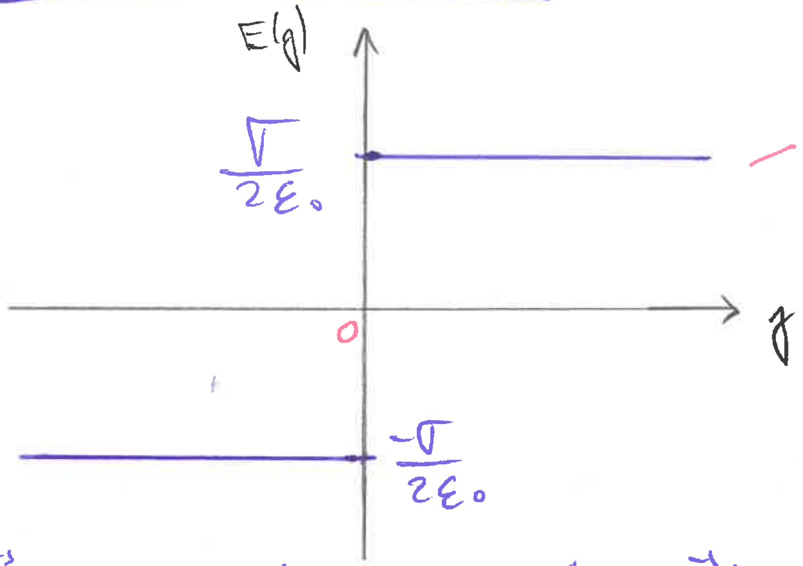
or, $\underset{\substack{\text{à travers}\\ S\,\text{Gauss}}}{\Phi(\vec{E})} = \dfrac{Q_{int}}{\varepsilon_0}$ et $Q_{int} = \sigma S$

donc $2E(z).S = \dfrac{\sigma S}{\varepsilon_0}$

et $\boxed{\vec{E}(z) = \dfrac{\sigma}{2\varepsilon_0}\,\vec{u}_z \text{ pour } z > 0}$

pour $z < 0$, $\vec{E}(M') = \text{sym}(\vec{E}(M))/\text{charges} = -\vec{E}(M)$

donc $\boxed{\vec{E}(z<0) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z}$



d) $dV = -\vec{E}\cdot\vec{dl} = (-E(z)\vec{u}_z)\cdot(dx\,\vec{u}_x + dy\,\vec{u}_y + dz\,\vec{u}_z)$

$= -dz\,E(z)$

donc $\frac{dV}{dz} = -E(z)$

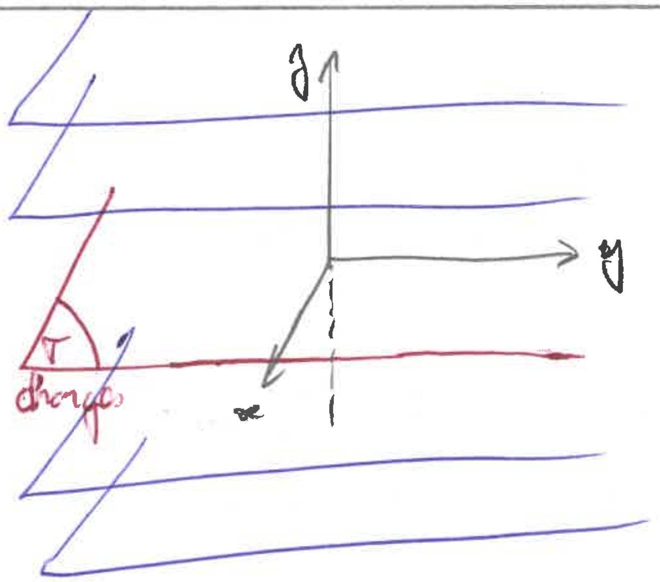
<u>pour $z > 0$</u> : $\frac{dV}{dz} = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}$

alors, $V(z) = \frac{-\sigma}{2\varepsilon_0} z + \text{cte}$

en $z = 0$, $V(0^+) = V(0^-) = V_0$ donc $\text{cte} = V_0$

finalement, $\boxed{V(z>0) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} z + V_0}$

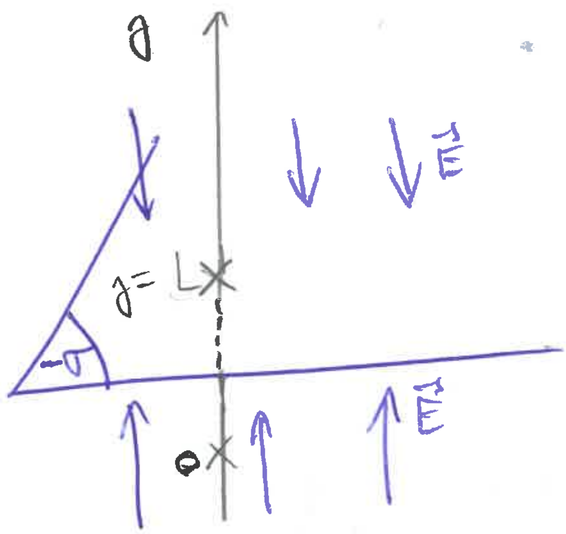
de même, $\boxed{V(z<0) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\cdot z + V_0}$



surfaces équipotentielles

B.

2)



par analogie,

$$\boxed{\vec{E}(z>L) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z}$$

$$\boxed{\vec{E}(z<L) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z}$$

3) Par le théorème de superposition :

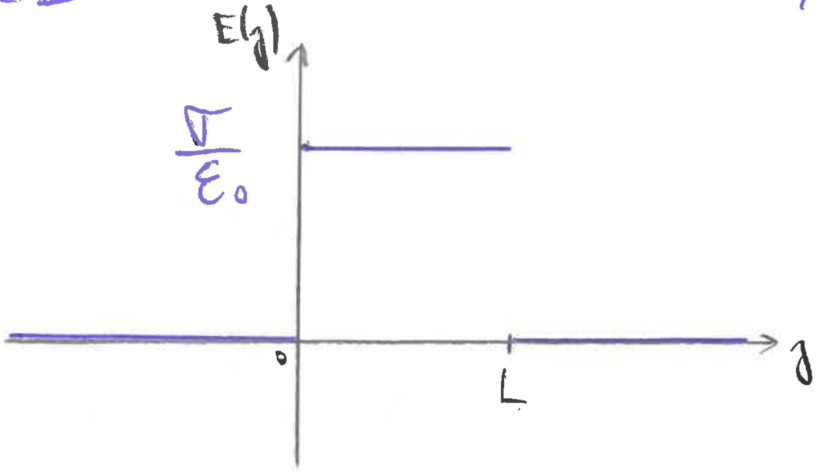
$$\vec{E} = \vec{E}_{\text{généré par le plan portant } (\sigma)} + \vec{E}_{\text{généré par le plan portant } (-\sigma)}$$

pour $z \in [0;L]$: $\vec{E}(z) = \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z$

$$\boxed{\vec{E}(z) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\vec{u}_z}$$

pour $z < 0$: $\vec{E}(z) = -\frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z + \frac{\sigma}{2\varepsilon_0}\vec{u}_z = \vec{0}$

pour $z > L$: $\vec{E}(z) = \vec{0}$ de même.



déterminons le potentiel créé par les charges.

$$dV = -\vec{E}\cdot\vec{dl}$$

pour $y \in [0;L]$: $\vec{E} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,\vec{e}_y$

$$dV = -E\,dy = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\,dy$$

$$\Leftrightarrow \frac{dV}{dy} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$$

donc $V(y) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot y + cte$ on pose $V(y=0) = V_0$ donc $cte = V_0$

$$\boxed{V(y) = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}\cdot y + V_0} \quad \text{pour } y \in [0;L]$$

pour $y < 0$

$dV = -\vec{E}\cdot\vec{dl} = 0$ car $\vec{E} = \vec{0}$

donc $\frac{dV}{dy} = 0$ et $V(y) = cte'$.

comme $V(y=0^-) = V(y=0^+) = V_0$, $cte' = V_0$

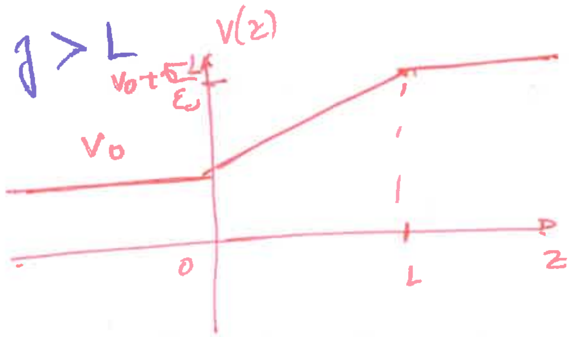
et $\boxed{V(y) = V_0}$ pour $y < 0$

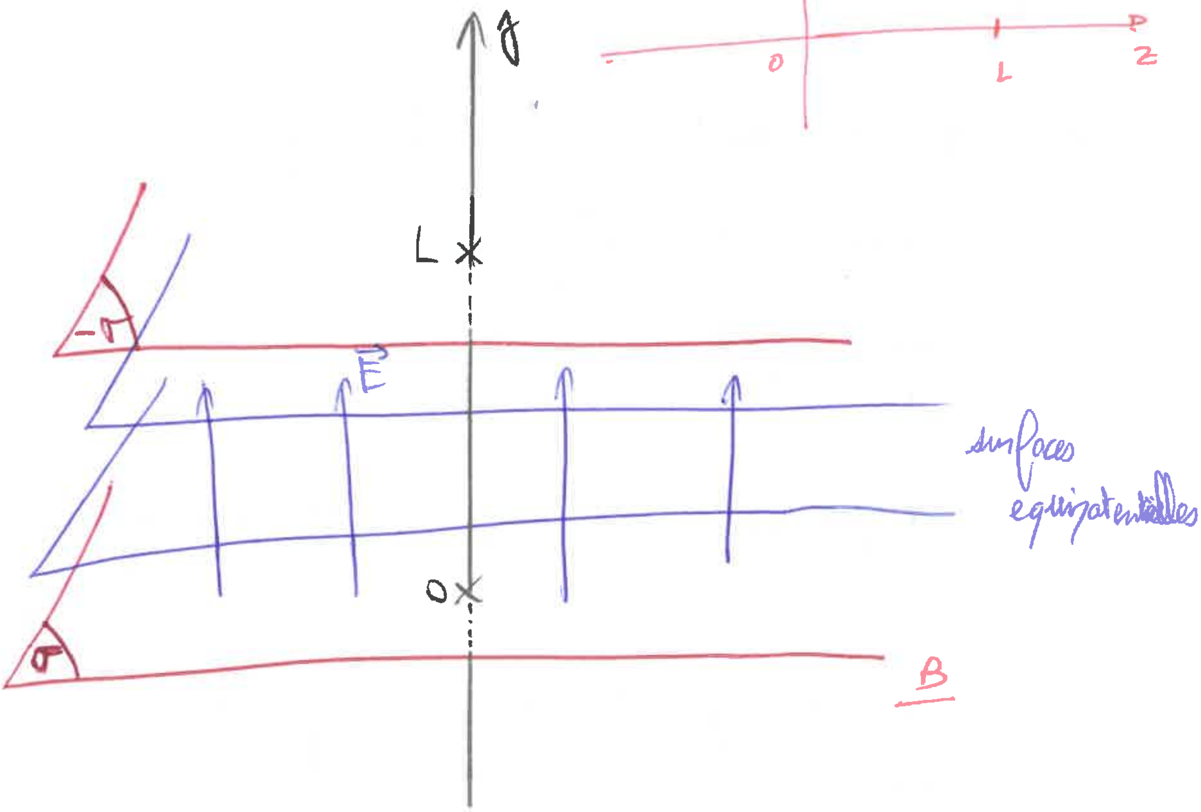
pour $z > L$

de même que pour $z < 0$, $V(z) = \text{cte}$

or, $V(z = L^+) = V(z = L^-) = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} L + V_0 = \text{cte}$

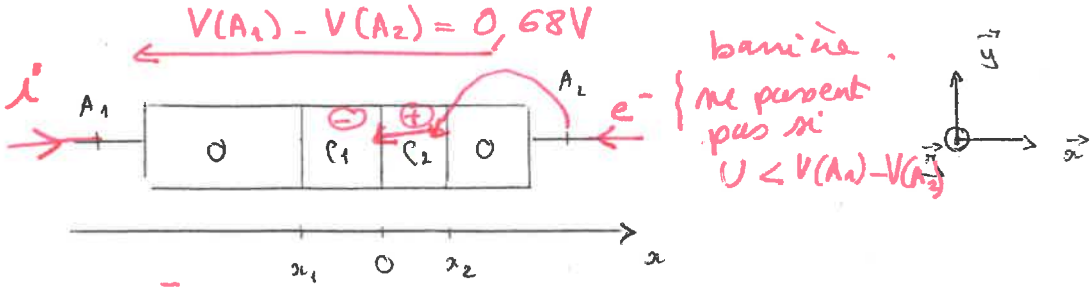
donc $\boxed{V(z) = \dfrac{\sigma}{\varepsilon_0} L + V_0}$ pour $z > L$





Groupe 4

Exercice 4 :



$\rho_1 < 0$ densité volumique de charge

$\rho_2 > 0$ densité ——————

1) ~~On sait qu'au niveau de 0~~

Neutralité $Q_1 + Q_2 = 0$

$\rho_1(-x_1)S + \rho_2 x_2 S = 0$

On déduit l'expression : $\rho_1 x_1 = \rho_2 x_2$

Ainsi $x_2 = x_1 \dfrac{\rho_1}{\rho_2}$

AN : $x_2 = -1{,}1 \times 10^{-6} \times \dfrac{(-10^{?})}{\cancel{3 \times 10^{?}}} \simeq \cancel{3{,}7 \times 10^{-10}}$ m

$3{,}7 \times 10^{-10}$ m $= 3{,}7 \times 10^{-4}$ µm

2) On fait l'étude des symétries ~~du champ~~ des charges

$\Pi_1 = (M, \vec{u_x}, \vec{u_y})$ et un Π_s

$\Pi_2 = (M, \vec{u_x}, \vec{u_z})$ et un Π_s

définissez les variables

vrai uniquement si on suppose les charges ρ_1 et ρ_2 infinies selon y et z

Alors $\vec{E}(M) \in \Pi_1 \cap \Pi_2 \iff \vec{E}(M) = E(M)\,\vec{u_x}$

et de plus, $E(M) = E(x, y, z)$ or les charges sont invariantes par translation selon y et z donc $E(M) = E(x)$

modèle d'extension infini selon y et z

néglige les effets de bord dans les directions ⊥ Ox.

Finalement, $\vec{E}(M) = E(x)\,\vec{u_x}$

3) Relation de Maxwell - Gauss $\quad \mathrm{div}(\vec{E}) = \dfrac{\rho}{\varepsilon_0}$

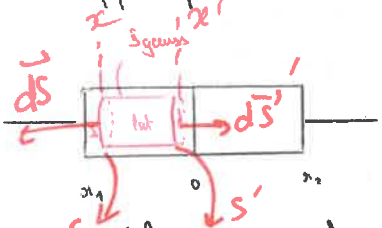
à expliciter

Ici $\mathrm{div}(\vec{E}) = \dfrac{\rho_i}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}$ avec $i \in \{1, 2\}$

$$\boxed{\dfrac{dE}{dx} = \dfrac{\rho_i}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}}$$

car la permittivité du silicium est différente du vide.

4. On applique une surface de Gauss : un cylindre entre x_1 et 0



D'après le théorème de Gauss

méthode pas intéressante ici
⊕ simple $\frac{dE}{dx} = \frac{\rho_1}{\varepsilon_0}$
pour $x \in [x_1, 0]$
↪ intégrer

$$\Phi_{S_{gauss}}(\vec{E}) = \Phi_{S_{gauss}}(\vec{E}) + \Phi_{S'_{gauss}}(\vec{E}) + \Phi_{lat}(\vec{E})$$

$$= \iint_{S_{gauss}} \vec{E}\cdot\vec{dS} + \iint_{S'_{gauss}} \vec{E}\cdot\vec{dS} + 0 = -E(x)S + E(x')S = (E(x') - E(x))S$$

$$= \cancel{2E(x_1)S}$$

$$= \frac{Q_{int_1}}{\varepsilon_0}$$

$$= \frac{\rho_1 V}{\varepsilon_0} \leftarrow \text{volume} = \frac{\rho_1 S(x'-x)}{\varepsilon_0}$$

densité volumique de charge

hypothèse énoncé

Ainsi $E(x_1) = \frac{\rho_1 V \varepsilon_0}{2S}$

$$= \frac{\rho_1 x_1 S \varepsilon_0}{2S}$$

$$= \frac{\cancel{\rho_1 x_1 \varepsilon_0}}{2}$$

et $E(x=0) = 0$

$(E(x') - E(x)) = \frac{\rho_1(x'-x)}{\varepsilon_0}$

$$\boxed{E(x=0) = -\frac{\rho_1 x_1}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}}$$

en posant $x' = x_1$

$$\boxed{E(x') = -\frac{\rho_1(x_1 - \cancel{x_1})}{\varepsilon_r \varepsilon_0}}$$

5) On effectue la même méthode

$E(x') - E(x) = \frac{\rho_2 \times (x'-x)}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}$ ainsi $E(x_2) = \frac{\rho_2 x_2 \varepsilon_0}{2}$; d'après question 1

$$= \frac{\rho_1 x_1 \varepsilon_0}{2}$$

avec en $x=0$ $E(x=0) = -\rho_1 x_1/\varepsilon_0$

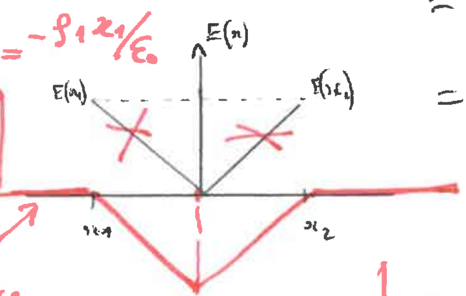
$$= E(x_1)$$

$E(x_2) = 4{,}38 \times 10^{-17}$

$$\boxed{E(x') = -\frac{\rho_1 x_1}{\varepsilon_r \varepsilon_0} + \frac{\rho_2 x'}{\varepsilon_r \varepsilon_0}}$$

$$E(x_2) = \frac{1}{\varepsilon_0 \varepsilon_r}(-\rho_1 x_1 + \rho_2 x_2) = 0$$

6) On trace $E(x)$



hypothèse énoncé

↳ respectez les échelles $x_2 \ll |x_1|$

7) On rappelle que $\vec{E} = -\vec{\text{grad}}\, V$

8) On a ainsi $\vec{E} = E(x)\,\vec{x} = -\frac{\partial V}{\partial x}\vec{u_x}$

et $U_S = V(A_1) - V(A_2) \Rightarrow \int_{x_1}^{x_2} E(x)dx$

On intègre ~~$V = -E(x)x$~~

NON ! $E(x) \neq cte$

$$= \cancel{-E(A_1)x + E(A_2)x}$$

$$= \cancel{0} = \int_{x_1}^{0} E_1(x)dx + \int_0^{x_2} E_2(x)dx$$

9) Les particules sont des électrons donc comme elles vont du ⊕ vers le ⊖ elles vont de A_2 vers A_1, d'où le sens bloquant de la diode

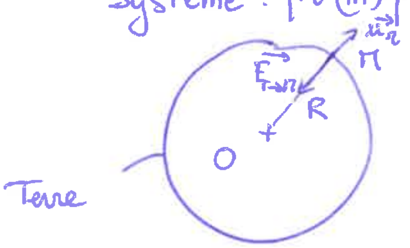
oui. si $U < U_S$ diode bloquée $i = 0$; si $U = U_S$ $i > 0$ diode passante

faire le calcul : on trouve $\boxed{U_S = 0{,}68\,V}$

TD 7 ex V

KHELIFA Aksel
SEYE Wawen
SELLOUM Israe

1) Système : {M (m)}



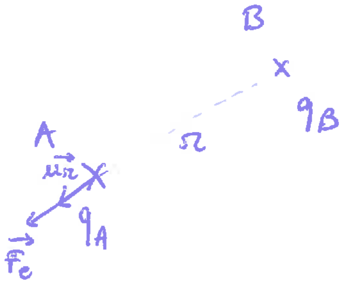
* Force interaction gravitationnelle subit par M :

$$\vec{F}_{T\to M} = -G\frac{m M_T}{R^2}\vec{u_r}$$ où M_T = masse Terre
R = rayon Terre
$G = 6{,}67\times10^{-11}$ SI

Or à la surface de la Terre cette force est assimilable au poids : $\vec{P} = -mg\vec{u_r}$

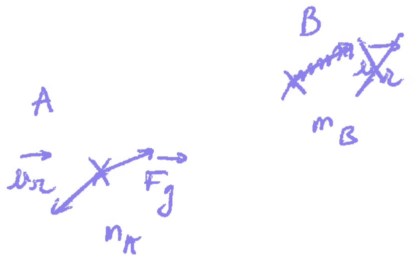
Ainsi par identification : $g = \frac{G M_T}{R^2}$

2)



* La force d'intéraction éléctrostatique $\vec{F_e}$ subie par q_A de la part de q_B est :

$$\vec{F_e} = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{q_A q_B}{r^2}\vec{u_r}$$ où $r = AB$



* La force d'attraction gravitationnelle $\vec{F_g}$ subit par m_A de la part de m_B

$$\vec{F_g} = -G\frac{m_A m_B}{r^2}\vec{u_r}$$ où $r = AB$

3) On remarque $\vec{F_g} = m_A\vec{g_0}$ et $\vec{F_e} = q_A\vec{E}$

où $\vec{g_0}$ est le champ gravitationnel

$\vec{E}$, le champ électrique

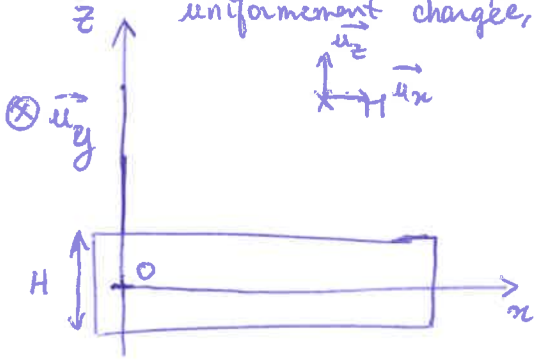
De plus ces deux grandeurs sont analogues.

Ainsi ~~la~~ la masse m l'est avec la charge q et $-G$ avec $\frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$

De ce fait, le Théorème de Gauss pour le champ gravitationnel devient :

$\phi_{S_{fermée}}(\vec{g_0}) = -4\pi G M_{int}$ où M_{int} est la masse à l'intérieur de la surface fermée S.

4) En considérant le parallépipède infini sur x et y d'épaisseur H : uniformément chargée, de densité volumique ρ.



- Les plans $\Pi_1(M, \vec{u_x}, \vec{u_z})$ et $\Pi_2(M, \vec{u_y}, \vec{u_z})$ sont les seules plans de symétries des charges passant par M
donc $\vec{E}(M) = E(M)\vec{u_z}$

$\vec{E}(M) \in (\Pi_1 \cap \Pi_2)$

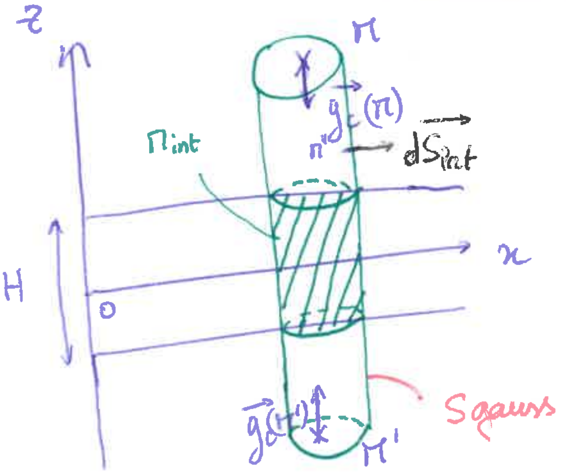
- Les translations selon x et y laissent invariantes les charges donc $E(M) = E(x,y,z)$ est indépendant de x et y.

Ainsi $\vec{E}(M) = E(z)\vec{u_z}$. De plus, comme dit précédemment le champ gravitationnel ici $\vec{g_c}$ est analogue à $\vec{E}$.

Donc par analogie, $\vec{g_c}(M) = g_c(z)\vec{u_z}$

on pouvait faire le raisonnement directement avec 1 masse.

5)



→ Pour applique le Théorème de Gauss, on choisi comme surface un cylindre où $M \in$ base supérieure et $M' = $ sym M/masses

→ Théorème de Gauss :

$$\phi_{S_{gauss}}(\vec{g_c}) = \iint_{S_{sup}} \vec{g_c}(M)\,\vec{dS_{sup}} + \iint_{S_{inf}} \vec{g_c}(M')\,\vec{dS_{inf}} + \underbrace{\iint_{S_{lat}} \vec{g_c}(M'')\,\vec{dS_{lat}}}_{=0 \text{ car } \vec{dS_{lat}} \perp \vec{g_c}(M'')}$$

On note $S = S_{inf} = S_{sup}$

Donc $\phi_{S_{gauss}}(\vec{g_c}) = \iint_{S_{sup}} g_c(z)\vec{u_z}\cdot dS_{sup}\,\vec{u_z} + \iint_{S_{inf}} -g_c(z)\vec{u_z}\cdot -dS_{inf}\,\vec{u_z}$

$= 2g_c(z)\,S$

$= -4\pi G M_{int}$

TD 7 ex V

Or on dispose d'une ~~cocle~~ couche d'épaisseur H de masse volumique ρ_c

donc $M_{int} = \rho_c V_{int} = \rho_c SH$

Ainsi $\underline{g_c(z) = -2\pi G \rho_c H}$ cqfd.

6) Comme la présence de la nappe de pétrole ~~change~~ modifie le champ gravitionnel de $-\Delta g$, d'après la question précédente :

$g_c = -\Delta g$ ~~donc $\Delta g = 2\pi(\rho_s + \rho_c) H$~~

~~A.N : $\Delta g =$~~

~~Mais ici $M_{int} = (R-H)\rho_s S + H\rho_p S$ ~~car~~~~

~~et $g = 2\pi G \rho_s R$ (d'après 5)) donc $M_{int} = \frac{g}{2\pi G \rho_s} \rho_s S + HS(\rho_p - \rho_s)$~~

~~Ainsi $\Delta g = 2\pi G H(\rho_p - \rho_s) + g$~~

$\underline{\Delta g = 2\pi G(-\rho_s + \rho_p) H}$

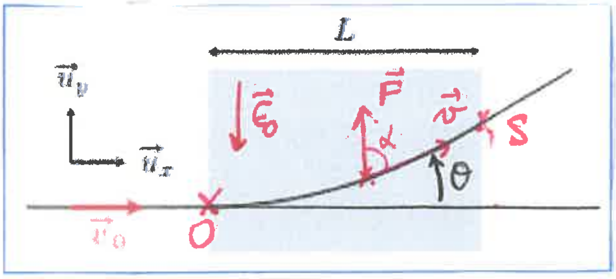
enlever le champ créé par le sol, le remplacer par le champ créé par le pétrole

A.N : $\underline{\Delta g = \cancel{3,02}\ 1,68 \times 10^{-4}\ m \cdot s^{-2}}$

Donc au passage de l'avion au-dessus d'une nappe de pétrole l'avion sera légèrement moins attiré par la Terre car le champ gravitationnelle sera moins important.

groupe 5

ex 6 TD n°7



1_ L'électron rentre dans une zone où le champ électique est unifome $\vec{E_0}$

Force de Lorentz : $\vec{F} = -e\,\vec{E_0}$

La force subie par l'électron est donc dirigé dans la direction opposée au champ électrique $\vec{E_0}$.

Sur le schéma on voit que, l'électron est dévié vers le haut ce qui signifie que la force est dirigé vers le haut. Ainsi $\vec{E_0}$ est orienté vers le bas. Donc la direction de $\vec{E_0}$ est verticale et son sens est vers le bas.

B

2_ L'energie cinétique ne diminue pas car la vitesse est continue sur tout le mouvement et on ne voit pas de ralentissement lorsqu'il pénètre dans la cavité. Ainsi, l'électron va gagner de l'energie cinétique donc $\Delta E_c = +10\ \text{keV}$ oui

$\frac{dE_c}{dt} = \mathcal{P}(\vec{F}) = \vec{F}.\vec{v} > 0$

et $\vec{v}$ tangent à la trajectoire

$= \|\vec{F}\|\,\|\vec{v}\|.\cos\alpha$

avec $0 < \alpha < \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow dE_c > 0$.

3_ $\Delta E_c = W$ or $W = \|F\| \times L = e\,E_0 \times L$

variation énergie cinétique ; le travail

non ! $\vec{F}$ et $\vec{dl}$ ne SONT PAS colinéaire.

Donc $\Delta E_c = e\,E_0 L \Leftrightarrow E_0 = \frac{\Delta E_c}{e \times L}$

raisonnement à revoir

A.N : $E_0 = \frac{10 \times 10^3 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{1{,}6 \times 10^{-19} \times 1} = 10^4\ V\,m^{-1}$

4_ Grâce à la 2ème loi de Newton : $m\vec{a} = \vec{F}$

Ainsi $a_y = \frac{F}{m} = \frac{e\,E_0}{m}$ (en projection sur $\vec{u_y}$) oui.

OR $v_y = a_y \times t = \frac{e E_0}{m} \times t$ et $v_x = v_0$ car $a_x = 0$.
$x = v_0 t$

Or on sait que $v_0 = \frac{L}{t}$ où t est le temps passé dans la région de champ.

Donc $v_y = \frac{e E_0}{m} \times \frac{L}{v_0}$
en sortie.

De plus, on sait que $\tan(\theta) = \frac{v_y}{v_0} \iff \tan(\theta) = \frac{e E_0 L}{m \times v_0^2}$ oui.

Pour trouver θ, on va déterminer la valeur de v_0.

Par définition : $E_{c0} = \frac{1}{2} m v_0^2 \iff v_0 = \sqrt{\frac{2 E_{c0}}{m}}$

A.N : $v_0 = \sqrt{\frac{2 \times 80 \times 10^3 \times 1{,}6 \times 10^{-19}}{9{,}11 \times 10^{-31}}} = 1{,}7 \times 10^8 \ m.s^{-1}$

(calcul intermédiaire pas nécessaire)

Ainsi $\theta = \arctan\left(\frac{e E_0 L}{m v_0^2}\right)$

A.N : $\theta = \arctan\left(\frac{1{,}6 \times 10^{-19} \times 5{,}6 \times 10^4 \times 1}{9{,}11 \times 10^{-31} \times (1{,}7 \times 10^8)^2}\right) = 3{,}5°$

$\boxed{\tan\theta = \frac{e L E_0}{2 E_{c0}} = 0{,}35 \longrightarrow \theta = 19{,}3°}$

3. $W_{O \to S}(\vec{F}) = -e\vec{E_0} \cdot \vec{OS} = -e(-E_0 \vec{u_y}) \cdot (\cancel{L} \vec{u_x} + y_s \vec{u_y})$
$= e E_0 y_s = \Delta E_c$

d'où $E_0 = \frac{\Delta E_c}{e y_s}$

comme $v_y = \frac{e E_0}{m} t \quad y = \frac{e E_0}{m} \frac{t^2}{2}$ (à $t=0$ $y=0$)

en S $x_s = L = v_0 t_s \quad y_s = \frac{e E_0}{2m} \frac{L^2}{v_0^2}$

et $E_{c0} = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad y_s = \frac{e E_0 L^2}{4 E_{c0}}$

d'où $E_0 = \frac{\Delta E_c \times 4 E_{c0}}{e^2 E_0 L^2}$

$\boxed{E_0 = \frac{2}{eL} \sqrt{\Delta E_c \cdot E_{c0}}}$

$= \frac{2}{1{,}6 \times 10^{-19} \times 1} \sqrt{10 \times 80 \times 1{,}6 \cdot 10^{-19} \times 10^3}$
$= 5{,}6 \times 10^4 \ V.m^{-1}$