

DS 1 de physique.

Corrigé.

Exercice 1.

Partie 1 plausibilité de l'atome.

1- Qd nous (ts les raisonnements) sont à reproduire.

$$\begin{aligned}\vec{E}(r) &= \vec{E}_r(r) \vec{u}_r \quad \text{coord. sphériques centrés en N} \\ &= \begin{cases} -\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{R^3} \vec{u}_r & \text{si } r < R \\ -\frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r^2} \vec{u}_r & \text{si } r > R \end{cases} \\ \text{Or } r \vec{u}_r &= \vec{r} \end{aligned}$$

Intéressons-nous à l'équilibre du noyau.

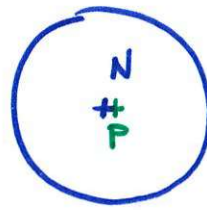
En l'absence de champ extérieur, il n'y a la force

$$\vec{F}_{\text{électron} \rightarrow \text{noyau}} = -\frac{(Ze)^2}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{NP}}{R^3}$$

A l'équilibre cette force doit être nulle et $\vec{NP} = \vec{0}$

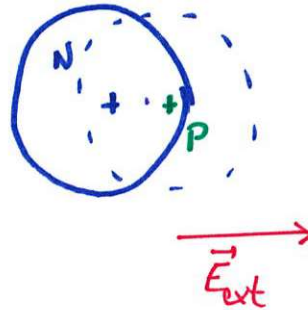
N et P sont confondus. Le moment dipolaire est nul.

2 En l'absence de champ.



N et P
sont confondus.

Avec un champ.



N se déplace
ds le sens de $-E_{ext}$
P ds le sens de E_{ext}

Moment dipolaire (appelé μ chimie) $\vec{\mu} = Ze \cdot \vec{NP}$

Equilibre du proton / noyau

$$\vec{F}_{\text{attraction - noyau}} + (Ze) \cdot \vec{E}_{ext} = \vec{0}$$

$$Ze \left(- \frac{Ze}{4\pi\epsilon_0} \frac{\vec{NP}}{R^3} + \vec{E}_{ext} \right) = \vec{0}$$

$$\begin{aligned} \text{Donc } \vec{\mu} = Ze \cdot \vec{NP} &= 4\pi\epsilon_0 R^3 \vec{E}_{ext} \\ &= \alpha \epsilon \vec{E}_{ext} \\ \text{avec } \alpha &= 4\pi R^3 \end{aligned}$$

$$\text{AN } \alpha = 4\pi R^3 \sim 4\pi (10^{-10})^3 \sim 10^{-29} \text{ m}^3$$

$$NP = \frac{\epsilon_0 \alpha}{Ze} E = \frac{10^{-10} \cdot 10^{-29}}{2,16 \cdot 10^{-19}} 10^4 \sim \frac{1}{3} 10^{-17} \text{ m}$$

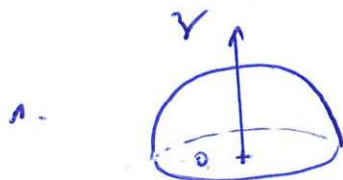
Déplacement très faible < taille noyau -

Partie 2.

(3)

0. Cours.

$$\vec{E}(r) = \begin{cases} \vec{0} & \text{si } r < R \\ \frac{\sigma}{\epsilon} \frac{R^2}{r^2} \vec{u}_r & \text{si } r > R \end{cases}$$

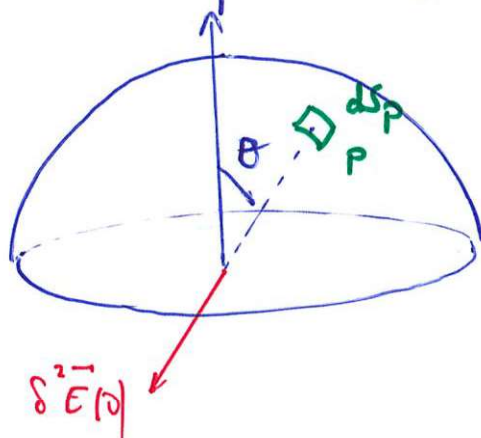


L'axe Oz est un axe de symétrie de la distribution de charge donc

$\vec{E}(0)$ est colinéaire à cet axe.

$$\vec{E}(0) = E(0) \vec{u}_z$$

2 On doit se passer au calcul intégral.



Contribution de la charge $d^2q = \sigma dS_P = \sigma (R d\theta) (R \sin\theta d\varphi)$ située autour de P au champ en O.

$$d^2\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma R^2 \sin\theta d\theta d\varphi}{R^3} \underbrace{\vec{PO}}_{-R\vec{u}_r}$$

$$d^2E_z = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sigma \sin\theta d\theta d\varphi \underbrace{\vec{u}_r \vec{u}_z}_{\cos\theta}$$

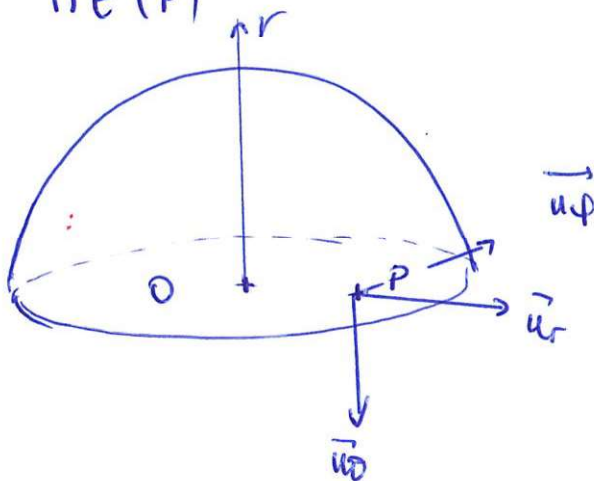
$$8^{\circ} E_z = - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sigma \sin\theta \cos\theta d\theta d\varphi.$$

Champ total en O.

$$\begin{aligned} E_z(O) &= - \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} \int_{\theta=0}^{\pi/2} \int_{\varphi=0}^{2\pi} \sin\theta \cos\theta d\theta d\varphi \\ &= - \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} 2\pi \underbrace{\int_{\theta=0}^{\pi/2} \sin\theta \cos\theta d\theta}_{\left[-\frac{\cos^2\theta}{2} \right]_0^{\pi/2}} \\ &= - \frac{\sigma}{4\epsilon_0} \end{aligned}$$

$$\underline{E_z = - \frac{\sigma}{4\epsilon_0}}$$

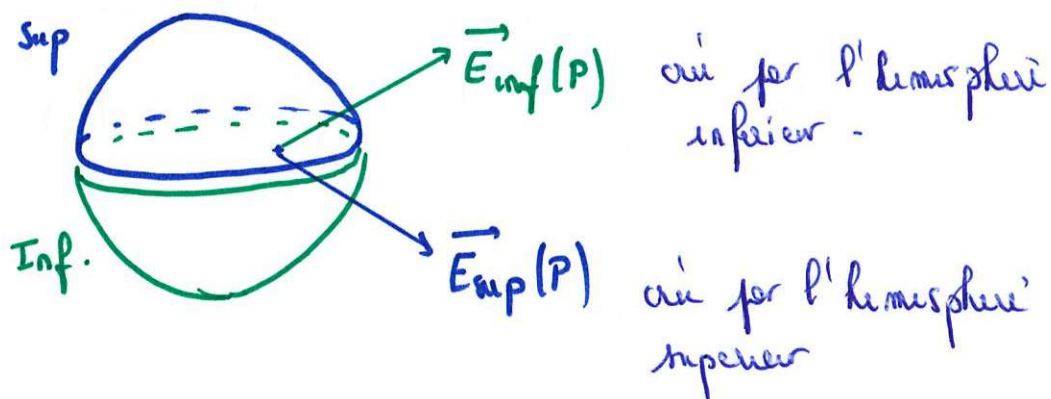
3- Soit $\pi \in (P)$



Le plan $(\pi, \vec{u}_r, \vec{u}_\theta)$ est plan de symétrie donc $E_\varphi = 0$.
La distribution de charge est invariante par rotation autour de Oz .

$$\vec{E} = E_r(r, \theta) \vec{u}_r + E_\theta(r, \theta) \vec{u}_\theta \quad \text{en } P.$$

Considérons la réunion de 2 hémisphères



$\vec{E}_{\text{sup}}$ et $\vec{E}_{\text{inf}}$ sont symétriques par rapport à (P)

Or la réunion des 2 hémisphères ramène à la question 0.

Ainsi $\vec{E}_{\text{sup}}(P) + \vec{E}_{\text{inf}}(P) = \vec{0}$

Ceci impose de $\vec{E}_{\text{sup}}$ cui per l'hémisphère supérieur en un point du plan (P) soit orthogonal à ce plan.