U.P.S. - L 3 "Sciences Physiques et Chimiques" :
Electromagnétisme. partiel de Mars 2011.

II. 1) $E^*_{in} = \frac{\rho_0}{2\varepsilon_0}\vec{r}$ A et $E^*_{ex} = \frac{\rho_0}{2\varepsilon_0}\frac{a^2}{r^2}\vec{r}$ B

$V_m(\vec{r}) = \frac{1}{\rho_0}\vec{P}.\vec{E}^*(\vec{r})$ et $\vec{E}_m = -\overrightarrow{grad}V_m = -\frac{\vec{P}}{\rho_0}.\overrightarrow{grad}(E^*(\vec{r}))$

d'où $\vec{E}_{m,in} = -\frac{P}{2\varepsilon_0}\frac{\partial}{\partial x}(x.\vec{e}_x + y.\vec{e}_y) = -\frac{\vec{P}}{2\varepsilon_0}$ C

$\vec{E}_{m,ex} = -\frac{P}{2\varepsilon_0}a^2\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{x\,\vec{e}_x + y\,\vec{e}_y}{x^2+y^2}\right) = -\frac{P}{2\varepsilon_0}\frac{a^2}{r^4}\left[(r^2-2x^2)\vec{e}_x - 2xy.\vec{e}_y\right]$

$= \frac{P}{2\varepsilon_0}\frac{a^2}{r^2}(\vec{e}_x.\cos 2\varphi + \vec{e}_y.\sin 2\varphi)$ D

2) $\vec{E}_{int} = \vec{0} = \vec{E}_a + \vec{E}_{m,in} = \vec{E}_a - \frac{P}{2\varepsilon_0}\vec{e}_x \Rightarrow \vec{P} = 2\varepsilon_0\vec{E}_a$ E

$\sigma = \vec{P}.\vec{n}_{ex} = P\,\vec{e}_x.\vec{e}_r = P\cos\varphi = 2\varepsilon_0 E_a\cos\varphi$ F

$\vec{p} = \vec{P}.\mathcal{V} = 2\varepsilon_0\pi a^2 \ell\,\vec{E}_a$ G

3) $\vec{E}_{ex} = \vec{E}_{m,ex} + \vec{E}_a = \underbrace{E_a\left[\left(1+\frac{a^2}{r^2}\cos 2\varphi\right)\vec{e}_x + \frac{a^2}{r^2}\sin 2\varphi\,\vec{e}_y\right]}_{H}$

$\vec{D}_{in} = \varepsilon_0\vec{E}_{in} + \vec{P} = \vec{P}$ I

$\vec{D}_{ex} = \varepsilon_0\vec{E}_{ex} = \frac{P}{2}\left[\left(1+\frac{a^2}{r^2}\cos 2\varphi\right)\vec{e}_x + \frac{a^2}{r^2}\sin 2\varphi.\vec{e}_y\right]$ J

III Drude. 1) $m\frac{d^2\vec{s}}{dt^2} = (-e)(\vec{E} + \vec{v}\wedge\vec{B}) - \frac{m}{\tau}\frac{d\vec{s}}{dt} - m\omega_0^2\vec{s}$

τ est le "temps de relaxation du moment $m\frac{d\vec{s}}{dt}$.

2) $\underline{\vec{E}} = \vec{\underline{\mathcal{E}}}(\vec{r})\,e^{-i\omega t}$ et $\underline{\vec{s}} = \vec{\underline{S}}(\vec{r})\,e^{-i\omega t}$

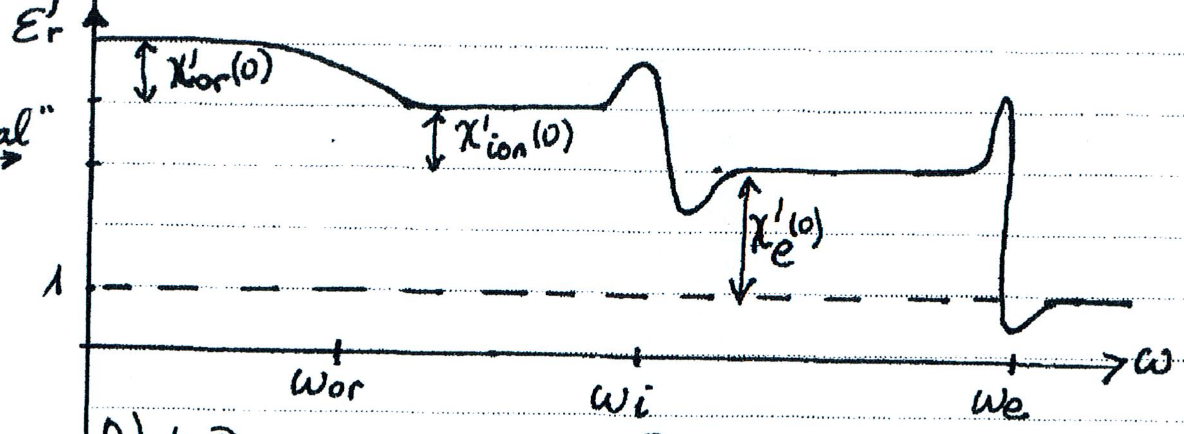
$-m\omega^2\underline{\vec{S}} = (-e)\underline{\vec{\mathcal{E}}} + i\frac{m\omega}{\tau}\underline{\vec{S}} - m\omega_0^2\underline{\vec{S}}$

$\Rightarrow \underline{\vec{S}} = -\frac{e}{m}.\frac{\underline{\vec{\mathcal{E}}}}{\omega_0^2 - \omega^2 - i\frac{\omega}{\tau}}$

$\underline{\vec{P}} = N(-e)\underline{\vec{S}} = \frac{Ne^2}{m}\frac{1}{\omega_0^2-\omega^2-i\omega/\tau}\underline{\vec{\mathcal{E}}}$

IV. Permittivité d'un matériau l.h.i.

Cas "général"



A) 1. Dans ce cas $\omega_e \sim 10^{15}$ rad/s et $\omega_{ion} \sim 10^{13}$ rad/s et il n'y a pas de dipôles, donc $\chi'_{or} = 0$

2. $n_{opt} = \sqrt{\varepsilon'_r} = \sqrt{1+\chi'_e} = 3$.

B) 3. $\{0 < \omega < 10^7\}$ → les dipôles, les ions et les électrons répondent à l'excitation électrique

$\{10^{10} < \omega < 10^{12}\}$ → les dipôles ne répondent pas. Seuls les ions et les électrons répondent à l'excitation

$\{10^{13} < \omega < 10^{15}\}$ seuls les électrons répondent "

4. Pour le matériau A, à $\omega = 6{,}28\ 10^6$ rad/s on a $\varepsilon'_r = 16$

$$C = \varepsilon'_r \varepsilon_0 \frac{S}{e} = \frac{16}{36\pi\ 10^9} \frac{1\,m^2}{10^{-3}\,m} = 1{,}41\ 10^{-7}\ F/m^2$$

5. $C = \varepsilon'_r \varepsilon_0 \dfrac{S}{e}$; pour $\omega = 2\pi f \simeq 6{,}28\ 10^7$ rad/s

ε'_r n'est pas donné. On ne peut donc pas calculer précisément C.