I) Ondes électromagnétiques

I 1) Cours: équations de Maxwell

div **B** = 0 ; div **E** = 0 ; **rot E** = - _**B**/_t ; **rot B** = μ0 (**j** + ε0 _**E**/_t)

div(**rot B**) = 0 ; div (**j** + ε0 _**E**/_t) =0 ;div **j** + _ρ /_t = 0

Dans le métal **j** = γ **E** (A condition que la loi d'Ohm soit valable)

div **j** = γ div **E** = γ ρ / ε0 _ρ /_t + ρ γ / ε0

AN : Un temps caractéristique sera t = ε0 / γ soit 1,3 10-19 s. (temps non compatible avec la loi d'Ohm)

I 2) En régime sinusoïdal : courants de déplacement ε0 ω E0 , courants de conduction γ E0

jD/jC = ε0 ω E0 / γ E0 = ε0 ω / γ = ω / 36 π 109*7 107 <<1 => ω << 8 1018 rad/s.

I 3) Dans le métal **j**= γ **E** **rot** (**rot E**) = - ∂/∂t(**rot B**) = - ∂/∂t(μ0**j**) = - μ0 γ _**E**/_t

Δ **E** = μ0 γ _**E**/_ t _2**E**/_ x2 = μ0 γ _**E**/_ t

$k_t = (1+i)\sqrt{\frac{\omega}{2}}$

$k_{t2} = i\,\mu_0\,\gamma\,\omega$

La solution avec le signe - se propagerait dans le mauvais sens et donnerait une amplitude infinie pour x tendant vers l'infini. On a donc $\mathbf{E}_t = \underline{E}_{0t} e^{-\sqrt{\frac{\omega}{2}}x} * e^{i(\sqrt{\frac{\omega}{2}}x - \omega t)} \mathbf{u}_z$

- La partie imaginaire fait donc apparaitre l'atténuation de l'onde.

- La vitesse de phase est $v_\phi = (2\,\omega / \mu_0\,\gamma)^{1/2}$ elle dépend de la fréquence le milieu est donc dispersif. Les différentes composantes sinusoïdales ne se propagent pas à la même vitesse.

$\delta = \sqrt{\frac{2}{\mu_0 \gamma \omega}}$ d'où $k_t = (1 + i) / \delta$

I 4) Conditions de passage en x=0. On a continuité de la composante tangentielle de E et de B

$E_0 + \underline{E}_{0r} = \underline{E}_{0t}$

pour **B** on a $\underline{\mathbf{B}}_i = \frac{\underline{E}_0}{c} e^{i(kx - \omega t)} \mathbf{u}_y$ $\underline{\mathbf{B}}_r = \frac{\underline{E}_{0r}}{c} e^{i(-kx - \omega t)} \mathbf{u}_y$ $\underline{\mathbf{B}}_t = \frac{k_t}{\omega} \underline{E}_{0t} e^{i(k_t x - \omega t)} \mathbf{u}_y$

$E_0 - \underline{E}_{0r} = (1 + i)\, c\, \underline{E}_{0t} / \delta\omega = (1 + i)\, c\, \underline{E}_{0t} / \alpha$

d'où $\underline{E}_{0t} = 2\, E_0\, \alpha / (1 + \alpha + i))$ et $\underline{E}_{0r} = 2\, E_0\, (\alpha - 1 - i) / (1 + \alpha + i)$

pour $\alpha << 1$ $\underline{E}_{0t} \cup E_0\, \alpha\, (1 - i) \cup 0$ $\underline{E}_{0r} \cup - E_0$

Dans le cas limite la réflexion est totale; il n'y a pas alors d'onde transmise.

I 5) $\mathbf{E}_t = \sqrt{2}\, e^{i\frac{\pi}{4}} E_0 e^{-\frac{x}{\delta}} * e^{i(\frac{x}{\delta} - \omega t)} \mathbf{u}_z$

$$\mathbf{B}_t = \sqrt{2}\,\frac{}{}\,E_0\,e^{\frac{x}{}}\,e^{i(\frac{x}{}\,t)}\,\mathbf{u}_y = \sqrt{2}\,\frac{E_0}{c}\,e^{\frac{x}{}}\,e^{i(\frac{x}{}\,t)}\,\mathbf{u}_y$$

I 6) $$\frac{\text{eel } \mathbf{E}}{} - \frac{\text{eel } \mathbf{B}}{_0} \sqrt{2}\,\frac{E_0^2}{_0 c}\,e^{\frac{2x}{}}\,[\cos(\frac{}{4}) + \cos(\frac{x}{} - 2\,t)]\,\mathbf{u}_x$$

$$\frac{E_0^2}{_0 c}\,e^{\frac{2x}{}}\,\mathbf{u}_x$$

I 7) $p = \mathbf{j}\cdot\mathbf{E} = \gamma E^2 = 2\,\gamma E_{02}\,\alpha^2 \exp(-2x/\delta)\cos^2(x/\delta - \omega t - \pi/4)$ $\quad <p> = \gamma E_{02}\,\alpha^2 \exp(-2x/\delta)$

I 8) Bilan énergétique

Puissance incidente = puissance cédée à la matière + puissance sortante

$P_i(x) = P_i(x + dx) + P_{cédée}$ $\quad -\frac{\partial P_i}{\partial x} = <p>S$ $\quad -\frac{\partial \Pi}{\partial x} = <p>$

$$-\frac{\partial <\Pi>}{\partial x} = <p> \quad \frac{}{x}\,\frac{2\,E_0^2}{_0 c}\,e^{\frac{2x}{}} \quad 2\,_0 E_0^2\,e^{\frac{2x}{}}$$

$$p\,2\,_0 E_0^2\,e^{\frac{2x}{}}$$

On vérifie bien qu'en régime permanent la puissance moyenne entrant dans le volume se retrouve sous forme d'énergie cédée à la matière (effet Joule) et d'énergie transmise à la partie située à droite.

Deuxième partie : Dimensions d'un condenseur.

II 1

En régime permanent faisons un bilan énergétique entre t et t+ dt. Le premier principe appliqué au fluide 1 permet d'écrire $(D_1 h_{1s} - D_1 h_{1e})\,dt + dEp_1 + dEc_1 = \delta Q_{ech}\ (2\to1) = -P_{th,c}\,dt$

De la même manière pour le fluide 2 $(D_2 h_{2s} - D_2 h_{2e})\,dt + dEp_2 + dEc_2 = \delta Q_{ech}\ (1\to2) = P_{th,c}\,dt$

d'où $(D_2 h_{2s} - D_2 h_{2e}) = (D_1 h_{1e} - D_1 h_{1s})$

II 2 a) Le bilan énergétique permet d'écrire $K\,d\Sigma\,(T_1 - T_2(x))\,dt = S\,\rho\,dx\,c_p\,dT$

$d\Sigma\,(T_1 - T_2(x)) = c_p\,dT\,S\,\rho\,dx/dt$ $\quad$ d'où $\quad d\Sigma\,\Delta T = -D_2\,c_p\,d\Delta T$

b) Soit après intégration $\quad K\,\Sigma = D_2\,c_p \ln(\Delta T_i/\Delta T_f) = D_2\,c_p \ln((T_1 - T_{2e})/(T_1 - T_{2s}))$

$P_{th,c} = (D_2 h_{2s} - D_2 h_{2e}) = D_2\,c_p\,(T_{2s} - T_{2e}) = K\,\Sigma\,(T_{2s} - T_{2e}) / \ln((T_1 - T_{2e})/(T_1 - T_{2s}))$

II 3 a) $P_{th,c} = \mu N\,c_p\,V\,(T_{2s} - T_{2e})\,\pi d^2/4$

b) $P_{th,c} = \mu N\,V\,c_p\,(T_{2s} - T_{2e})\,\pi d^2/4 = K\,\Sigma\,(T_{2s} - T_{2e}) / \ln((T_1 - T_{2e})/(T_1 - T_{2s}))$ $\quad \Sigma = LN\pi d$

$K = \mu\,V\,c_p\,d \ln((T_1 - T_{2e})/(T_1 - T_{2s})) / 4\,L$

c) Application Numérique

1) $K/V = \mu\,c_p\,d \ln((T_1 - T_{2e})/(T_1 - T_{2s})) / 4 = 1624\ J.m^{-3}.K^{-1}$.

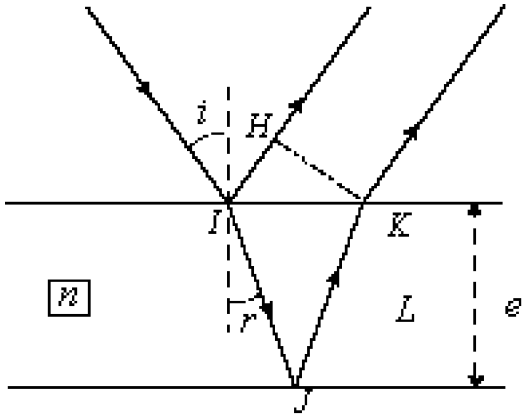
2)la connaissance de K/V permet de trouver (graphiquement par exemple) $V = 1{,}8\ ms^{-1}$

et K=2925 $J.m^{-3}.K^{-1}\ s^{-1}$.

3) $P_{th,c}$ = 2640 MW donc $D_1 = P_{th,c} / (h_{1e} - h_{1s}) = 1{,}3\ 10^3\ kg.s^{-1}$

$D_2 = P_{th,c} / (h_{2s} - h_{2e}) = 46\ 10^3\ kg.s^{-1}$ $N = 4\ .\ P_{th,c} / \mu\ c_p\ V\ (T_{2s} - T_{2e})\ \pi d_2 = 128\ 900$ tubes.

Partie III Interférences données par 1 lame à faces //



3) $p = \delta/\lambda_0 = 2ne \cos r/\lambda_0 + 1/2 = 2ne\ (1 - r_2/2) + 1/2 = 2ne\ (1 - i_2/2n_2) + 1/2$

les angles étant faibles (approximation de Gauss nr=i) $p = p_0\ (1 - i_2/2n_2) + 1/2$

p est maximum lorsque i=0

Lorsque R=OH augmente l'ordre diminue.