Physique : Interrogation n°3

Jeudi 5 Mars — Durée : 1h30

CORRIGE

Questions de cours /4

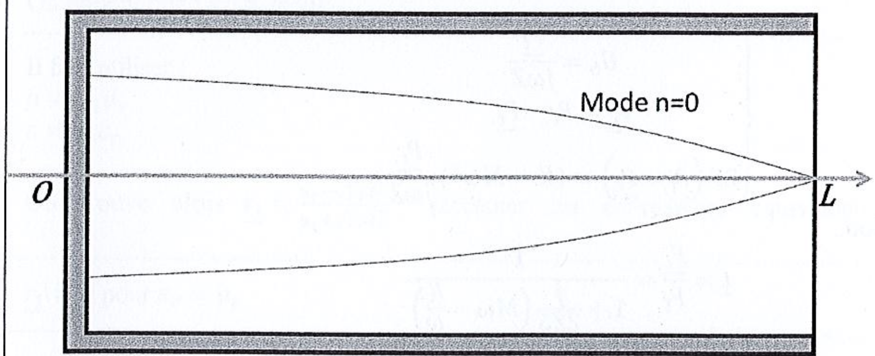
1) Même longueur d'onde, et déphasage constant dans le temps

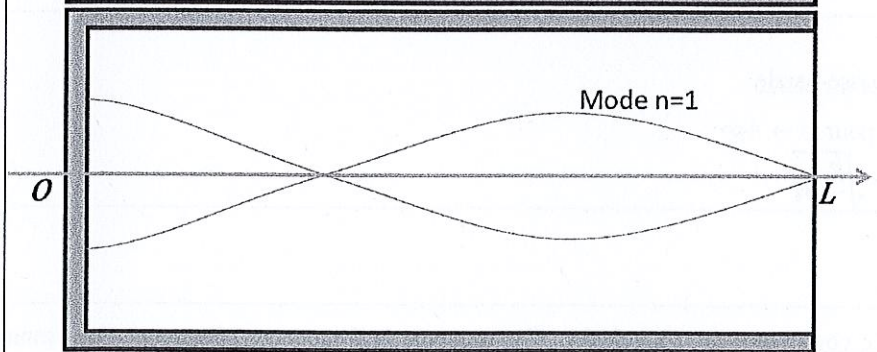
Directions de polarisation non perpendiculaires

2) Extrémité ouverte = nœud de surpression

Extrémité fermée = ventre de surpression

Les calculs (non demandés) donnent la condition L= $(2n+1)\frac{\lambda}{4}$. On attend donc que les étudiants tracent les modes n=0 et n=1 :





EXERCICE 1 : Transmission des ondes sonores par un mur /20 + 0,5

1) 1,5

$\underline{p_r} = \underline{P_r}.e^{j(\omega t+kx)}$ et $\underline{p_t} = \underline{P_t}.e^{j(\omega t-kx)}$

$\underline{p_r} = -Z\dot{u}_r$ et $\underline{p_t} = Z\dot{u}_t$

2)a) 3,5 +0,5

Schéma avec les forces suivantes dans les bonnes directions

- Poids du mur : $\vec{P} = M\vec{g}$ + réaction verticale (du sol) qui compense le poids
- Force de pression : $\overrightarrow{F_p} = (p_i(0,t) + p_r(0,t) - p_t(0,t))S\,\overrightarrow{e_x}$

+ Bonus de 0,5 pour la prise en compte de Po de chaque coté du mur.

- Force de rappel : $\vec{F} = -Ku_m\overrightarrow{e_x}$

b) 2,5	Principe fondamental de la dynamique, selon l'axe x : $$\left(\underline{p_i}(0,t)+\underline{p_r}(0,t)-\underline{p_t}(0,t)\right)S-K\underline{u_m}=M\underline{\ddot{u}_m}$$ En remplaçant toutes les grandeurs par leur expression complexe, on obtient : $$\left(\underline{P_i}+\underline{P_r}-\underline{P_t}\right)S=(K-M\omega^2)U_0$$
c) 1	Parce qu'il y a présence de la force dans rappel et de l'inertie du mur dans la RFD
d) 2 e) 1,5	La continuité des vitesses est assurée par le fait que <u>le mur est indéformable</u> Donc $$\underline{\dot{u}_i}(0,t)+\underline{\dot{u}_r}(0,t)=\underline{\dot{u}_t}(0,t)$$ D'où : $\underline{p_t}(0,t)=\underline{p_i}(0,t)-\underline{p_r}(0,t)$ $$\underline{\dot{u}_m}(t)=\underline{\dot{u}_t}(0,t)$$ $$\underline{p_t}(0,t)=j\omega Z\underline{u_m}$$
3) 2	On part des 3 équations suivantes : $$\begin{cases}\left(\underline{P_i}+\underline{P_r}-\underline{P_t}\right)S=(K-M\omega^2)U_0\\ \underline{P_t}=\underline{P_i}-\underline{P_r}\\ \underline{P_t}=j\omega ZU_0\end{cases}$$ Ce qui donne : $$\begin{cases}U_0=\dfrac{\underline{P_t}}{j\omega Z}\\ \underline{P_r}=\underline{P_i}-\underline{P_t}\\ 2S\left(\underline{P_i}-\underline{P_t}\right)=(K-M\omega^2)\dfrac{\underline{P_t}}{j\omega Z}\end{cases}$$ On tire de la dernière équation : $$\underline{t}=\frac{\underline{P_t}}{\underline{P_i}}=\frac{1}{1+\frac{j}{2ZS}\left(M\omega-\frac{K}{\omega}\right)}$$
4) a) 3,5	Expression du module de t Courbe typique d'un filtre <u>passe-bande</u> $t\to 0$ pour $\omega\to 0$ $t\to 0$ pour $\omega\to+\infty$ t maximum pour $\omega=\omega_0=\sqrt{K/M}$
b) 1	$M=\rho V=1800\ kg$ $\omega_0=62\ rad/s$
c) 1,5	<u>Dans le domaine audible, le coefficient de transmission diminue avec la fréquence</u> (fréquence de résonance $f_0=\frac{\omega_0}{2\pi}\approx 10\ Hz$). Les sons graves sont donc mieux transmis que les sons aigus.

EXERCICE 2 : Dispositif anti-radar /16

1) 3	Ondes planes progressives uniformes, donc on applique directement : $$\underline{\overrightarrow{B_i}}=\frac{\overrightarrow{e_z}}{c}\wedge\underline{\overrightarrow{E_i}}=\frac{\underline{E_{i0}}}{c}e^{j(\omega t-kz)}\overrightarrow{e_y}=\frac{k\underline{E_{i0}}}{\omega}e^{j(\omega t-kz)}\overrightarrow{e_y}$$ $$\underline{\overrightarrow{B_r}}=\frac{-\overrightarrow{e_z}}{c}\wedge\underline{\overrightarrow{E_r}}=\frac{-\underline{E_{r0}}}{c}e^{j(\omega t+kz)}\overrightarrow{e_y}=\frac{-k\underline{E_{r0}}}{\omega}e^{j(\omega t+kz)}\overrightarrow{e_y}$$ $$\underline{\overrightarrow{B_i}}=\frac{\overrightarrow{e_z}}{V}\wedge\underline{\overrightarrow{E_t}}=\frac{\underline{E_{t0}}}{V}e^{j(\omega t-k_tz)}\overrightarrow{e_y}=\frac{k_t\underline{E_{t0}}}{\omega}e^{j(\omega t-k_tz)}\overrightarrow{e_y}$$
2) 5	Continuité de la composante tangentielle du champ électrique en z=0: $\underline{E_{i0}}+\underline{E_{r0}}=\underline{E_{t0}}$

	Continuité de la composante tangentielle de B/μ en z=0 <u>car pas de courant de surface</u> : $\frac{\underline{B_{io}}+\underline{B_{ro}}}{\mu_0} = \frac{\underline{B_{to}}}{\mu}$ soit $\frac{k(\underline{E_{io}}-\underline{E_{ro}})}{\mu_0} = \frac{k_t\underline{E_{to}}}{\mu}$ De ces 2 équations, on tire : $\underline{r_1} = \frac{k\mu - k_t\mu_0}{k\mu + k_t\mu_0}$ $\underline{t_1} = \frac{2k\mu}{k\mu + k_t\mu_0}$
3) 3,5	Maxwell-Ampère : $\overrightarrow{rot}\overrightarrow{B_t} = \mu\left(\vec{j} + \varepsilon\frac{\partial\overrightarrow{E_t}}{\partial t}\right) \quad = \mu\varepsilon\frac{\partial\overrightarrow{E_t}}{\partial t}$ puisque $\gamma = 0$ $\overrightarrow{rot}\overrightarrow{B_t} = -\frac{\partial\overrightarrow{B_t}}{\partial z} \qquad = \frac{jk_t{}^2\underline{E_{t0}}}{\omega}e^{j(\omega t - k_t z)}\overrightarrow{e_x}$ $\frac{\partial\overrightarrow{E_t}}{\partial t} = j\omega\underline{E_t}e^{j(\omega t - k_t z)}\overrightarrow{e_x}$ On obtient donc $k_t^2 = \omega^2\mu\varepsilon$
4) 2,5	Il faut utiliser : $\mu = \mu_0\mu_r$ $\varepsilon = \varepsilon_0\varepsilon_r$ On trouve alors $\underline{r_1} = \frac{\mu_r - \sqrt{\mu_r\varepsilon_r}}{\mu_r + \sqrt{\mu_r\varepsilon_r}}$ (accepter les expressions équivalente en fonction de ε,μ, ε0, μ0)
5) 1	$\underline{r_1} = 0$ pour $\varepsilon_r = \mu_r$