Corrigé-barème de l'IE3 de physique du jeudi 9 Mars 2017

Noté sur 20 + bonus 3,5

<table>
<tr><td colspan="2">Exercice I : Transmission des ondes acoustiques dans l'oreille</td><td>11 points
(Bonus : 3)</td></tr>
<tr><td>A)</td><td>A.1) continuité des vitesses => $v_i(0,t)+v_r(0,t)=v_t(0,t)$ (1)
Donc $p_i(0,t)+p_r(0,t)=p_t(0,t)$ (2)</td><td>0,5

0,5</td></tr>
<tr><td></td><td>A.2) (2) => $Z_1v_i(0,t)-Z_1v_r(0,t)=Z_2v_t(0,t)$ (3)

La résolution de (1) et (3) =>
$r_v=\dfrac{(Z_1-Z_2)}{(Z_2+Z_1)}$ $t_v=\dfrac{2Z_1}{(Z_2+Z_1)}$</td><td>0 ,5

0 ,5 (démo)
0 ,5 (résultat)
(compter 0 si r et t sont calculés pour les surpressions)</td></tr>
<tr><td></td><td>A.3) $T=\dfrac{4Z_1Z_2}{(Z_1+Z_2)^2}$ A.N T=1.1 10^{-3}

R=1-T ; A.N: R=0,999

La quasi totalité de l'énergie sonore est réfléchie et donc perdue</td><td>0,5 0,5
Bonus : 1 pour la Démo

0,5

0,5</td></tr>
<tr><td>B)</td><td>B.1) $l_2\,\Omega=v_t$ et $l_1\Omega=v_i+v_r$ (1)</td><td>0,5 et 0,5</td></tr>
<tr><td></td><td>B.2) Force de pression de l'air exercée sur le tympan : $(p_i + p_r)S_1$

Force de pression de l'eau exercée sur le tympan : $(p_t)S_2$
$J\dfrac{d\Omega}{dt}=\sum M(\vec{F})$ or $J\approx 0$ => $(p_i + p_r)S_1\,l_1-(p_t)S_2\,l_2=0$ (2)

B.3) $\begin{cases}(1) \Rightarrow l_2(v_i+v_r)=l_1v_t\\(2) \Rightarrow Z_1l_1S_1(v_i-v_r)=Z_2l_2S_2v_t\end{cases}$

=> $\begin{cases}l_2(1+r_v)=l_1t_v\\Z_1l_1S_1(1-r_v)=Z_2l_2S_2t_v\end{cases}$

d'où $t_v=\dfrac{2Z_1l_1l_2S_1}{Z_1l_1^2S_1+Z_2l_2^2S_2}$

B.4) $P_i=\dfrac{P_{Mi}^2S_1}{2Z_1}=\dfrac{(Z_1v_{Mi})^2S_1}{2Z_1}=\dfrac{Z_1v_{Mi}^2S_1}{2}$ et $P_t=\dfrac{P_{Mt}^2S_2}{2Z_2}=\dfrac{(Z_2v_{Mt})^2S_2}{2Z_2}=\dfrac{Z_2v_{Mt}^2S_2}{2}$
$T'=\dfrac{Z_2S_2}{Z_1S_1}t_v^2$ on trouve bien : $T'=\dfrac{4W_1W_2}{(W_1+W_2)^2}$</td><td>1

0,5

0,5

0,5
0,5

1,5
(0,5 pour démo juste à partir de (1) et (2) fausses)

Bonus : 1,5 pour démo de T'</td></tr>
</table>

	B.5) On remarque que la formule donnant T' est identique à celle de T en remplaçant Z_1 par W_1 et Z_2 par W_2. Les quantités W peuvent être vues comme des impédances effectives. $W_2/W_1=0{,}5$, les impédances effectives sont du même ordre de grandeur, on a bien une adaptation d'impédance. On trouve T'=0,86 La majeure partie de la puissance est transmise	**Bonus 0,5** 0,5 0,5

Exercice II : Ondes électromagnétiques dans un four micro-ondes		**9points (Bonus : 0,5)**
1)	$\vec{\underline{E_i}} = E_i * e^{j(\omega t - kx + \varphi)}\overrightarrow{u_x}$ ou $\underline{E_i} * e^{j(\omega t - kx)}\overrightarrow{u_x}$ L'onde arrivant dans la cavité du four subit des réflexions multiples entre les deux parois en $x = L$ et $x = 0$ du fait des conditions qu'elles imposent…Il existe donc une onde résultante se propageant dans le sens des x croissants (E_i) et une onde résultante se propageant dans le sens des x décroissants (E_r).	0,5 0,5 *(exiger réflexions multiples)*
2)	Le champ électrique dans la cavité est la somme des deux champs E_i et E_r : $\vec{\underline{E}}(x,t) = \left(E_i * e^{j(\omega t - kx)} + \underline{E_r} * e^{j(\omega t + kx)}\right)\overrightarrow{u_x}$ Condition en $x = 0$: continuité de la composante tangentielle du champ électrique et champ électrique nul dans un conducteur parfait (paroi de la cavité) *(ou bien surface non chargée, donc continuité du champ et champ nul)* $E_i * e^{j(\omega t)} + \underline{E_r} * e^{j(\omega t)} = 0 \Rightarrow \underline{E_r} = -E_i$ $\vec{E}(x,t) = 2E_i \sin(\omega t)\sin(kx)\,\overrightarrow{u_x}$ Condition en $x = l$: continuité de la composante tangentielle du champ électrique et champ électrique nul dans un conducteur parfait (paroi de la cavité) $\sin(kl) = 0 \Rightarrow kl = n\pi$	Non noté 0,5 *(Exiger de la rigueur)* 0,5 0,5 0,5 *(ici aussi)* 0,5
3)	L'onde est une onde **harmonique** et **stationnaire**, **polarisée rectilignement** Les modes de résonnances dans la cavité sont donnés par $f = \frac{nC}{2l}$	0,5 + 0,5 + 0,5 0,5
4)	$l = \frac{nC}{2f} = n\frac{3*10^8}{2*2{,}45*10^9} = n * 6{,}12$ cm : on cherche n_{min} tel que $l \geq 26$ cm, c'est-à-dire $n_{min} = 5$, donc $l_{min} = 30{,}6$ cm.	 0,5 + 0,5

5)	Les tâches observées, liées au chauffage du papier thermique, semblent correspondre à la localisation des ventres de l'onde stationnaire, distants d'environ 6,25 cm.	0,5
6)	$C = \lambda f = 2 * 6{,}25 * 10^{-2} * 2{,}45 * 10^{9} = 3.06 * 10^{8}$ m/s	1 **Bonus : 0,5 pour barre d'erreur**
7)	Les zones les plus chauffées sont localisées au niveau des ventres de l'onde stationnaire (ou formulation équivalente). La rotation du plateau permet d'homogénéiser !	0,5 + 0,5