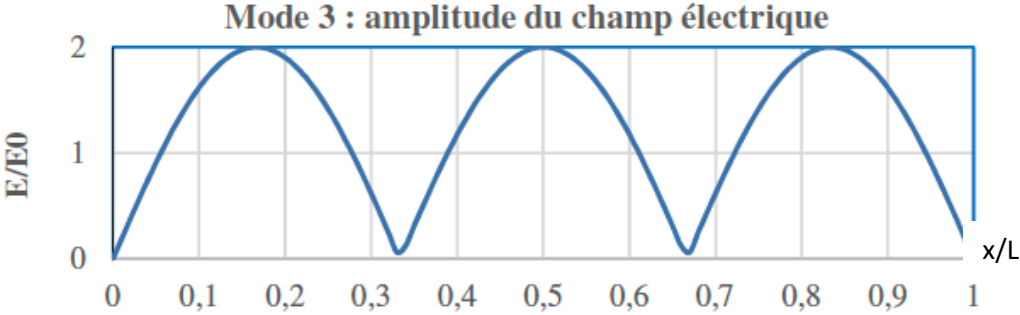


Corrigé de l'interrogation de Physique n° 1 – semestre 4

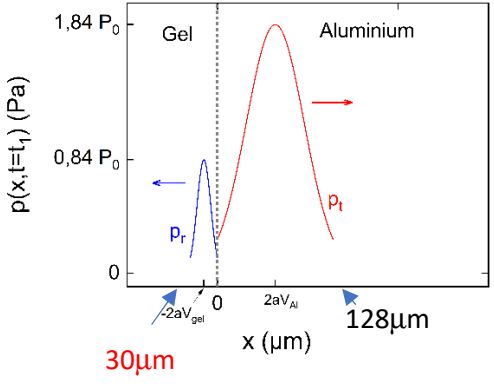
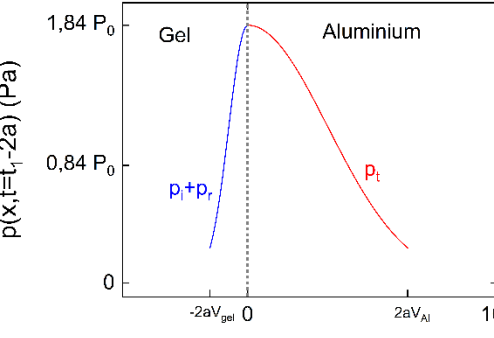
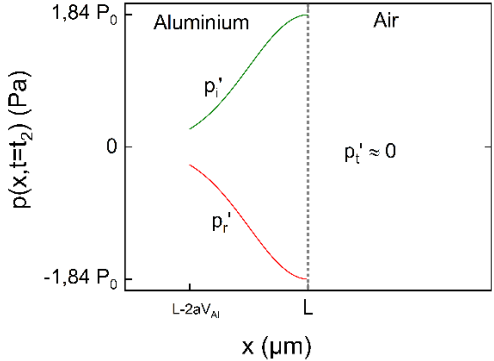
Lundi 14 mars 2022

Durée : 1h30

Exercice 1 (peu guidé) : /7,5		Total 7,5 B :0,25
Q1  /1,5  B : +0,25	On a <b>reflexion des ondes au niveau des plans <math>x=0</math> et <math>x=L</math> car changement de milieu</b> . (D'après l'énoncé et Snell Descartes, les ondes réfléchies garde la meme direction de polarisation, et se propage toujours selon l'axe x car les plans de reflexion sont perpendiculaires à cette axe)	/0,5 (si justification)
	Les ondes incidente et réfléchie se superposent entre les deux plans conducteurs pour former <b>une onde stationnaire</b> .	/0,5
	Bonus : Il y a présence de <b>nœud</b> et de <b>ventre</b> du champ électrique total en certains points de l'espace	B :+0,25
	La continuité du champ total en 0 et en L impose l'existence de <b>nœuds en <math>x=0</math> et en <math>x=L</math></b> , par conséquent on peut en déduire que les pulsations des ondes pouvant exister entre les deux conducteurs seront quantifiées et seules les <b>modes propres de vibrations</b> pourront exister.	/0,25+0,25
Q2  /3,5	<u>Proposition de résolution de cette question (ouverte)</u> On suppose la polarisation de ondes transmises et incidentes non changée et les lois de Descartes vérifiées : d'où <b>même pulsation</b> et comme incidence normale <b>propagation de toutes les ondes dans la direction de x</b> (sens positif et sens négatif)	0,25+0,25
	On en déduit l'écriture des différents champs sous forme complexe: champs se propageant selon les x positifs : $\vec{E}_l = \underline{E_{0i}} \exp(j(\omega t - kx)) \vec{e}_y$	0,25
	champs se propageant selon les x négatifs : $\vec{E}_r = \underline{E_{0r}} \exp(j(\omega t + kx)) \vec{e}_y$	0,25
	<b>Le champ dans le conducteur est nul</b> car le conducteur est <u>parfait</u> $\vec{E}_{tot} = \vec{E}_l + \vec{E}_r$ est purement tangentiel (car suivant $\vec{e}_y$ ). $\vec{E}_{tot}$ est donc <b>continu</b> quel que soit t en <b><math>x=0</math> et en <math>x=L</math></b> . Donc, en 0 :	0,25
	$\vec{E}_l(0, t) + \vec{E}_r(0, t) = \vec{0}$ $\underline{E_{0i}} + \underline{E_{0r}} = 0 \text{ soit } \underline{E_{0i}} = -\underline{E_{0r}}$ En L :	0,25 (0 si pas justifié)
	$\vec{E}_l(L, t) + \vec{E}_r(L, t) = \vec{0}$ Quelques soit t : $\underline{E_{0i}} \exp(j(\omega t - kL)) + \underline{E_{0r}} \exp(j(\omega t + kL)) = 0$ On injecte la solution de l' 'équation (1) dans (2) : $\underline{E_{0i}} \exp(-jkL) - \underline{E_{0r}} \exp(jkL) = 0$ $-2 \underline{E_{0i}} j \sin(kL) = 0$	0,75

	$k_n L = n\pi \text{ soit } k_n = n\pi/L$ <p>Seules certaines pulsations peuvent exister entre les deux conducteurs et celles-ci vérifient : <math>\omega_n = \frac{n\pi c}{L}</math> avec n entier</p> <p>Calcul du champ total :</p> $\vec{E}_{tot} = \vec{E}_i + \vec{E}_r$ $\vec{E}_{tot} = -2j\vec{E}_{0i} \exp(j\omega_n t) \sin(k_n x) \vec{e}_y$ <p>Avec <math>\omega_n = \frac{n\pi c}{L}</math> et <math>k_n = \frac{n\pi}{L}</math> avec n entier</p> $\vec{E}_{tot} = \text{Re}(\vec{E}_{tot}) = 2E_0 \cos\left(\frac{n\pi c}{L}t - \frac{\pi}{2} + \varphi\right) \sin\left(\frac{n\pi x}{L}\right) \vec{e}_y \text{ avec n entier}$	<p>0,5 (pour <math>k_n</math> ou <math>f_n</math> ou <math>\omega_n</math>)</p> <p>0,25 (écriture complexe)</p> <p>0,5 (pour le passage en réel, ok si <math>\omega_n</math> et <math>k_n</math> pas explicités dans l'expression)</p>
Q3 /2,5	<p>Seules les ondes EM de pulsations <math>\omega_n = \frac{n\pi c}{L}</math> avec n entier peuvent exister entre les deux conducteurs. (Mettre le point de résolution de la continuité en <math>x=L</math> si traitée à cette question)</p> <p>On cherche les valeurs de n possibles telles que :  <math>2 \times 10^9 \text{ rad.s}^{-1} &lt; \omega &lt; 3 \times 10^9 \text{ rad.s}^{-1}</math>          Soit <math>\frac{L\omega_{min}}{\pi c} &lt; n &lt; \frac{L\omega_{max}}{\pi c}</math> soit <math>2,12 &lt; n &lt; 3,18</math>          La seule valeur possible entière de n est donc <math>n=3</math> donc la seule pulsation possible est :</p> $\omega_3 = \frac{3\pi c}{L} = 2,83 \times 10^9 \text{ rad.s}^{-1}$ <p>Seule le mode <math>n=3</math> sera présent : <math>\vec{E}_{tot} = 2E_0 \sin\left(\frac{3\pi c}{L}t\right) \sin\left(\frac{3\pi x}{L}\right) \vec{e}_y</math>          L'allure de l'amplitude du champ électrique est alors la suivante :</p> <p style="text-align: center;"><b>Mode 3 : amplitude du champ électrique</b></p> 	<p>0,75 (0 si pas justifié)</p> <p>0,5 (AN)</p> <p>0,25</p> <p>1 (mettre aussi les points si allure de l'enveloppe tracée) (Enlever 0,25 par erreur ou manque)</p>



	de superposition avec des ondes déjà réfléchies sur une autre interface).	
Q4	$t_1 = \frac{e}{v_{gel}} + 2a = 43\text{ns}$ 	<p>0.25+0.25</p> <p>1,5 (enlever 0,25 par erreur sur positions, ou différence de largeurs ou différence de hauteurs des pics mal figurée, ou valeurs manquantes)</p> <p>(compter juste si pic démarre à 0)</p>
Q5		<p>1,5 (enlever 0,25 par erreur sur position, largeurs ou hauteur du pic, moitié des points si p_i et p_r non additionnés )</p>
Q6	<p>En considérant que l'aluminium se comporte comme un milieu semi-infini, par un calcul similaire à celui de la question 2 on trouve</p> $r' = \frac{Z_{air} - Z_{alu}}{Z_{air} + Z_{alu}}$ $t' = \frac{2Z_{air}}{Z_{air} + Z_{alu}}$ <p>A.N. <math>r' \approx -1</math> <math>t' \approx 0</math></p> <p>On voit que <math>t'</math> est très faible, donc on peut considérer que l'onde est totalement réfléchie à l'interface aluminium-air.</p> 	<p>0.25</p> <p>0.25</p> <p>A.N : 0.25+0,25</p> <p>0.5</p> <p>1,5 (0.75 allure +0.5 ordonnées en L + 0.25 abscisses min/max) (mettre 0,5 si tracé avec r positif suite calcul)</p>

Q7	<p>pic 1 : reflexion interface gel-aluminium, pic2 : reflexion sur la fissure dans la plaque pic 3 : réflexion sur l'interface aluminium-air.</p> <p>Pour trouver l'épaisseur <math>L</math> de la plaque d'aluminium on considère que le temps <math>t_3 = 1.6 \mu s</math> correspondant au troisième pic est égal au temps mis par l'impulsion pour se propager de l'émetteur jusqu'à l'interface aluminium-air et pour revenir au capteur, donc</p> $t_3 = 2\left(\frac{e}{V_{gel}} + \frac{L}{V_{Al}}\right)$ <p>d'où</p> $L = \frac{V_{Al}}{2} \left(t_3 - 2 \frac{e}{V_{gel}}\right)$ <p>A.N. <math>L = 4,9 \text{ mm}</math></p> <p>Même raisonnement pour déterminer la profondeur de la fissure <math>l_{fis}</math>, avec <math>t_2 = 0.5 \mu s</math> :</p> $t_2 = 2\left(\frac{e}{V_{gel}} + \frac{l_{fis}}{V_{Al}}\right)$ $l_{fis} = \frac{V_{Al}}{2} \left(t_2 - 2 \frac{e}{V_{gel}}\right)$ <p>A.N. <math>l_{fis} = 1,4 \text{ mm}</math></p>	<p>0,5 (0 pour toute erreur)</p> <p>0.5</p> <p>0.25</p> <p>A.N. 0.25</p> <p>0.25</p> <p>A.N. 0.25</p>
Q8	<p>Pour observer le premier pic d'intensité <math>I_1 = 10 \text{ W/cm}^2</math> l'onde a été réfléchiée une fois à l'interface gel/aluminium. En termes d'intensité cela implique :</p> $I_1 = R_{gel-Al} I_0$ <p>d'où</p> $I_0 = \frac{I_1}{R_{gel-Al}} = \frac{I_1}{r^2}$ <p>A.N. <math>I_0 = 14.2 \text{ W/cm}^2</math></p> <p>Pour observer le troisième pic d'intensité <math>I_3</math> l'onde a été transmise 2 fois à l'interface gel-aluminium (1 fois à l'aller et 1 fois au retour) et elle a été réfléchiée 1 fois à l'interface aluminium-air. En termes d'intensité cela implique :</p> $I_3 = T_{gel-Al}^2 R_{Al-air} I_0 = (1 - r^2)^2 r'^2 I_0$ <p>A.N. <math>I_3 = 1.23 \frac{W}{cm^2}</math></p> <p>La valeur théorique est supérieure à la valeur mesurée car il y a surement des pertes d'énergie dans le gel ou l'aluminium</p>	<p>B : 0.25</p> <p>B : A.N. 0.25</p> <p>B : 0.25</p> <p>B: 0.25</p> <p>B : 0.25</p> <p>B : 0,25</p>

