EXERCICES

Nom :
Lycée :

Exercice 1 :

Deux sources ponctuelles S_1 et S_2 émettent des ondes sonores sinusoïdales à la même fréquence $\nu = 430$ Hz. La vitesse du son est $c = 344 m.s^{-1}$. S_1 et S_2 sont en phase et sont de même puissance.

1. Quel est le déphasage des ondes provenant des 2 sources en un point P situé à la distance $d_1 = 2,4$m de S_1 et $d_2 = 3,6$m de S_2 ?
2. Si en P, l'amplitude de l'onde émise par S_2 est A_2, quelle est l'amplitude de l'onde provenant de S_1 (en fonction de A_2) ?
3. Quelle est l'amplitude de l'onde résultante en P ?
4. L'intensité de l'onde en P est $I=2,0.10^{-6}$ W/m^2 ; que devient cette intensité si on éteint S_2 ?

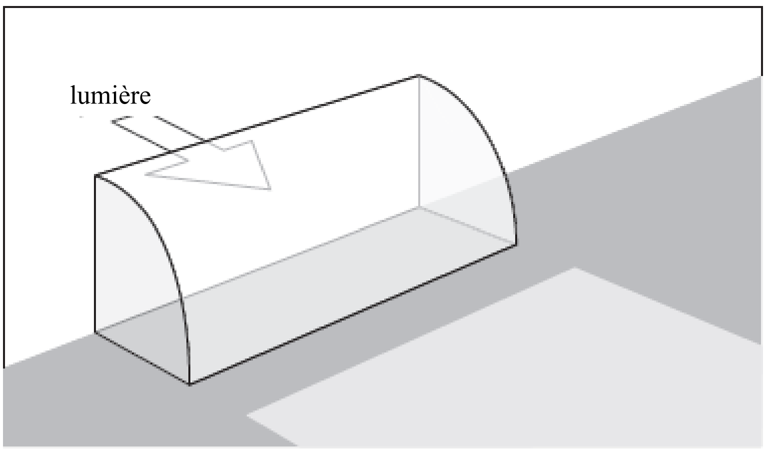
1) $\Delta\varphi = \frac{2\pi}{\lambda}\Delta r = \frac{2\pi\nu}{c}(d_2 - d_1) = 3\pi$ puisque les sources sont en phase. Les ondes sont en opposition de phase

2) $\frac{I_1}{I_2} = \frac{A_1^2}{A_1^2}$. Pour une onde 3D, l'intensité est inversement proportionnelle au carré de la distance à la source : $\frac{I_1}{I_2} = \frac{d_2^2}{d_1^2}$. Ainsi $A_1 = \frac{d_2}{d_1}A_2 = 1,5A_2$

3) En P, les ondes émises par S1 et S2 sont en opposition de phase, donc $A=|A_2-A_1|=0,5A_2$.

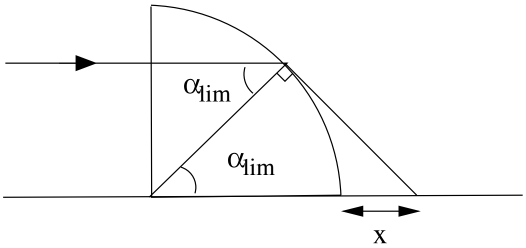
4) Si on éteint S_2, l'amplitude devient $A_1 = 1,5A_2$ donc triple. L'intensité sera donc 9 fois supérieure et vaudra $1,8.10^{-5}$ W/m^2

Exercice 2 : Ombre et lumière



Un faisceau parallèle de lumière monochromatique arrive avec une incidence normale sur toute la face verticale d'un morceau de verre (indice de réfraction n =1,5) ayant la forme d'un ¼ de cylindre de rayon r=5,0cm, de longueur L=10cm, posé sur une table. On s'intéresse à la lumière réfractée par le morceau de verre.

1. A quelle distance minimale du bord postérieure du cylindre la surface de la table sera-t-elle éclairée ?
2. Quelle est la surface de l'aire éclairée par la lumière réfractée ?



1) Pour des valeurs + élevées de α telle que $\sin\alpha_{\lim} = 1/n$, il y a réflexion totale.

On a : $(r+x)\cos\alpha_{\lim} = r$

Soit : $x = r\left(\dfrac{n}{\sqrt{n^2-1}} - 1\right)$ d'où x = 1,7cm

2) Pour α petit, on peut faire l'analogie avec une lame à faces // ou bien considérer que l'altitude du point d'incidence sur la face bombée est : $r\sin\alpha \approx r\alpha$, l'angle de réfraction est environ nα l'angle de déviation est environ (n-1)α d'où $f = r\sin\alpha/\tan(n-1)\alpha \approx \dfrac{r}{n-1}$=10cm

L'aire éclairée est donc (f-x).L

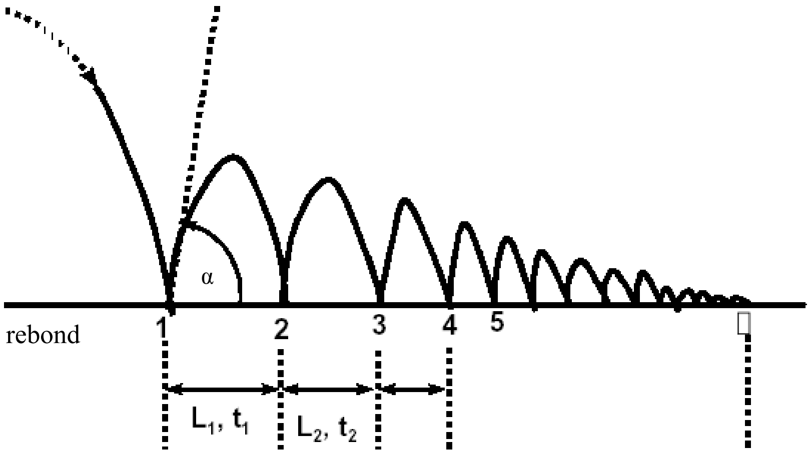
Exercice 3 :

On charge par contact une petite sphère métallique initialement neutre, avec un plateau métallique chargé avec une charge électrostatique Q. La charge totale se répartit alors sur les deux conducteurs. A l'issue de ce contact, la sphère possède une charge q ; on l'écarte alors du plateau. On recharge celui-ci à la même charge Q et on replace dans les mêmes conditions la sphère au contact ; sa charge est maintenant q_1. On recommence l'opération dans les mêmes conditions un très grand nombre de fois.
Exprimer la charge finale q_∞ de la petite sphère à la suite de ce très grand nombre de contacts. On exprimera le résultat en fonction de Q et de q. (NB : aucune connaissance d'électrostatique, en termes d'équilibre des conducteurs, n'est requise)

La loi de répartition reste la même quelle soit la charge totale. On peut considérer que pour la charge limite atteinte, on aura pour ce contact :
$q_\infty/(Q+q_\infty) = q/Q$ soit $q_\infty = qQ/(Q-q)$

Exercice 4 :

Une balle est lancée sur le sol sur laquelle elle rebondit indéfiniment. Du fait des frottements, sa vitesse diminue après chaque rebond, d'un facteur $e_x<1$ en ce qui concerne la vitesse horizontale et $e_y<1$ verticalement ; ainsi la vitesse verticale de la balle juste après le $(n+1)^{ème}$ rebond est liée à celle juste après le $n^{ème}$ rebond par : $v_{0y,\, n+1} = e_y\, v_{0y,\, n}$ (idem selon l'axe x).
Dans sa succession de rebonds, la balle franchit une distance totale L*, pendant une durée t* (ces grandeurs sont mesurées entre le premier rebond, et le point où le rebond devient imperceptible ; le nombre total de rebonds est pour autant infini).
1. Exprimer L* et t* en fonction des données et de v_{1x} et v_{1y}.
2. En déduire l'angle α que fait la trajectoire de la balle avec l'horizontale, après le premier rebond, en fonction de e_x, e_y, et des constantes physiques nécessaires.
3. AN : $e_x = e_y = 0{,}9$. L* = 1m, t* = 4s.



Rappel : $\sum_{p=0}^{\infty} x^p = \frac{1}{1-x}$, pour $x<1$.

$$t^* = t_1 + t_2 + \ldots = 2v_{1y}(1 + e_y + e_y^2 + \ldots)/g = 2\frac{v_{1y}}{g(1-e_y)}$$

$$L^* = v_{1x}t_1 + v_{2x}t_2 + \ldots = 2v_{1x}v_{1y}(1 + e_xe_y + e_x^2e_y^2 + \ldots)/g = 2\frac{v_{1x}v_{1y}}{g(1-e_xe_y)}$$

D'où

$$\tan\alpha = v_{1y}/v_{1x} = \frac{(1-e_y)^2 g t^{*2}}{2(1-e_xe_y)L^*} = 4{,}13 \ ; \alpha=76°$$