Quelques signaux

1) $\lambda = cT \Rightarrow c = \lambda f = 1{,}25\ m\,s^{-1}$

2) $s(t,x) = A\sin(2\pi ft - \frac{x}{\lambda}) + \varphi_0)$ forme générale

donc $A = 6$ (unité arbitraire), $f = 1{,}6\ kHz$, $\frac{2\pi}{\lambda} = 5\pi \Rightarrow \lambda = 0{,}4\ m$

$\omega = 2\pi f \simeq 10^4\ rad\,s^{-1}$; $c = \lambda f = 640\ m\,s^{-1}$

3) le signal parcourt 2L (aller-retour) entre 2 cris

$t = \frac{2L}{c_{son}} \Rightarrow L = \frac{c_{son}t}{2} = \frac{340 \times 70\cdot 10^{-3}}{2} \simeq 12\ m$

Battements

1) $s_1 + s_2 = 2s_m \underbrace{\cos\left(\frac{\omega_1+\omega_2}{2}t\right)}_{\text{rapide, période } T_p} \underbrace{\cos\left(\frac{\omega_1-\omega_2}{2}t\right)}_{\text{lent, période } T_g}$

2) 

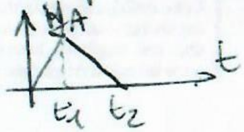
$T_p = \frac{2\pi}{\Delta\omega/2}$

$\frac{2\pi}{2(\omega_0/2)} = T_g/2$

3) Piano, Guitare mal accordée

Evolution d'ondes progressives

1) La perturbation a parcouru 70 cm $\Rightarrow t = \frac{d}{c} = 1{,}4\ s$

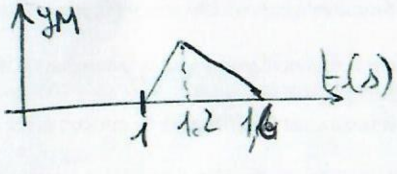


De m, ce qui s'est passé en A à t_1 se retrouve à 60 cm à $t = 1{,}4\ s$

$\Rightarrow t_1 = 1{,}4 - \frac{0{,}60}{0{,}5} = 0{,}2\ s$

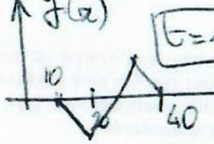
idem $\Rightarrow t_2 = 0{,}6\ s$

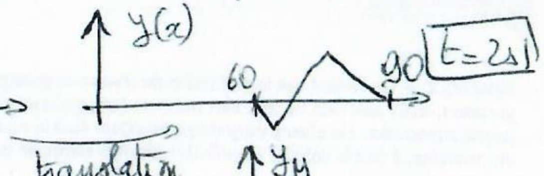
$AM = 50\ cm \Rightarrow$ M a 1 retard sur A de $\frac{AM}{c} = 1\ s$.



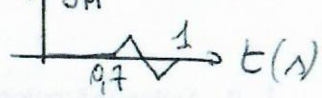
2) la perturbation dure 0,3 s $\Rightarrow$ elle mesure $c\Delta t = 0{,}15\ m$

à $t = 1\ s$, le signal qui débute à 0,2 s a parcouru $0{,}8 \times 50 =$ 40 cm





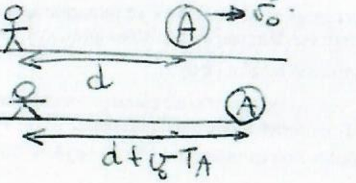
$A\Omega = 25\ cm \Rightarrow \Omega$ a 1 retard de 0,5 s sur A



Effet Doppler

1) $t = 0$, bip émis, reçu à t_1

$t = T_A$, bip émis reçu à t_2



$t_1 = \frac{d}{c}$, $t_2 = T_A + \frac{d + v_0 T_A}{c_S}$

$\Rightarrow \boxed{T_r = t_2 - t_1 = T_A\left(1 + \frac{v_0}{c_S}\right)}$

2) $f_r = \frac{1}{T_r} = \frac{f_a}{1 + \frac{v_0}{c_S}} \overset{DL}{\simeq} f_a\left(1 - \frac{v_0}{c_S}\right) \overset{AN}{=} 1000\left(1 - \frac{50/3{,}6}{340}\right) = 959\ Hz$ (+ grave)

4) Alors t_2 devient $t'_2 = T_A + \frac{d + (v_0 - v_p)T_A}{c_S}$

$\Rightarrow$ on remplace v_0 par $v_0 - v_p$

5) Si l'ambulance s'approche, t_2 devient $t''_2 = T_A + \frac{d - v_0 T_A}{c_S}$

$\Rightarrow$ on remplace v_0 par $-v_0 \Rightarrow f'_r = 1041\ Hz$

6) Doppler s'écrit $\frac{f_{reçu}}{f_{émis}} = \frac{c/\lambda_{reçu}}{c/\lambda_{émis}} = \frac{\lambda_{émis}}{\lambda_{reçu}} = \frac{\lambda_0}{\lambda_G} = 1 - \frac{v_0}{c}$

$\Rightarrow v_0 = c\left(1 - \frac{\lambda_0}{\lambda_G}\right) \overset{AN}{=} 2{,}5\ 10^6\ m\,s^{-1}$

Interférences et acoustique

1) L'onde réfléchie a parcouru $2D$ en plus $\Rightarrow$ elle a 1 retard $\tau = \dfrac{2D}{c_s}$

2) $\Delta\phi = k\Delta L = 2kL = \dfrac{\omega \times 2D}{c_s} = \omega\tau$

3) Interférences destructives si $\Delta\phi = (2n+1)\pi$

$\Leftrightarrow 2\pi f_n \tau = (2n+1)\pi \Rightarrow \boxed{f_n = \dfrac{2n+1}{2\tau}}$

4) Pour qu'aucune f_n ne soit audible, il faut

$f_0 = f_{min} = 20\ kHz \Rightarrow \dfrac{1}{2\tau} = f_{min} = \dfrac{c_s}{4D_{max}}$

Donc $D_{max} = \dfrac{c}{4f_{min}} \overset{AN}{=} \dfrac{340}{4\times 20\,10^3} \simeq 4\ mm$ (irréalisable)

5) - Atténuation du son réfléchi avec la distance
- superposition d'ondes réfléchies de "tours" différents

Mesure de l'épaisseur d'1 lame

1) • Par symétrie, $(SS_1) = (SS_2)$,

• $(S_1M) = \sqrt{D^2 + \left(\dfrac{a}{2} - x\right)^2}$, $(S_2M) = \sqrt{D^2 + \left(\dfrac{a}{2} + x\right)^2}$ $\Rightarrow \delta = (S_2M) - (S_1M) \underset{D \gg}{\simeq} D\left[1 + \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{a}{2D} + \dfrac{x}{D}\right)^2 - \left(1 + \dfrac{1}{2}\left(\dfrac{a}{2D} - \dfrac{x}{D}\right)^2\right)\right]$

$\Rightarrow \boxed{\delta \simeq D\left(\dfrac{ax}{2D^2} + \dfrac{ax}{2D^2}\right) = \dfrac{ax}{D}}$

Fresnel $I = 2I_0\left(1 + \cos\left(\dfrac{2\pi\delta}{\lambda}\right)\right)$ donne $I = 2I_0\left(1 + \cos\left(\dfrac{2\pi a x}{\lambda D}\right)\right)$

Interfrange = période spatiale du cos (de type $\cos\left(\dfrac{2\pi x}{\ell}\right)$)

$\Rightarrow \boxed{i = \dfrac{\lambda D}{a}}$

Rque : on peut retrouver i par la déf de la période spatiale de la figure : $I(x+i) = I(x) \Rightarrow \dfrac{2\pi a(x+i)}{\lambda D} = \dfrac{2\pi a x}{\lambda D} + 2\pi \Rightarrow i = \dfrac{\lambda D}{a}$

2) $\delta = 0 \Leftrightarrow x = 0$

3) Alors s'ajoute la différence de marche AVANT les trous : sur le chemin SS_1, on a remplacé l'épaisseur e d'air (chemin optique e) par 1 même épaisseur de verre (chemin optique ne) $\Rightarrow$ on a rajouté 1 différence de marche $(n-1)e$.

D'où $\boxed{(SM)_1 - (SM)_2 = (n-1)e - \dfrac{ax}{D}}$

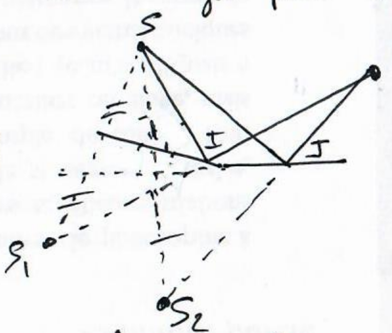
4) La frange centrale correspond à $\delta = 0 \Leftrightarrow x = \dfrac{De(n-1)}{a}$

Soit $\boxed{x = e(n-1)\dfrac{i}{\lambda}}$

5) Alors $10i = e(n-1)\dfrac{i}{\lambda} \Rightarrow e = \dfrac{10\lambda}{n-1} \overset{AN}{=} 12{,}5\ \mu m$

Miroir de Fresnel

On construit les sources "images" par rapport aux 2 miroirs :



On a

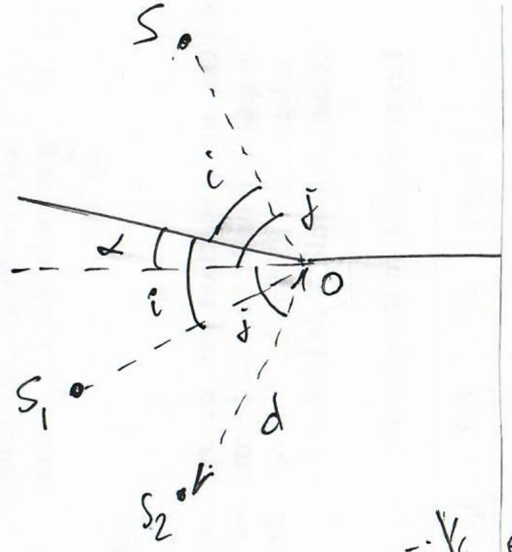
$$\Delta\phi(M) = \underbrace{(\omega t - k(SI + IM) + \varphi + \pi)}_{\phi_1} - \underbrace{(\omega t - k(SJ + JM) + \varphi + \pi)}_{\phi_2}$$

(π provient de la réflexion sur le miroir)

comme $\begin{cases} SI = S_1I \\ SJ = S_2J \end{cases}$, $\Delta\phi = k(S_2M - S_1M)$

On retrouve le déphasage de 2 trous d'Young en S_1, S_2

2)



$\widehat{SOS_1} = 2i$

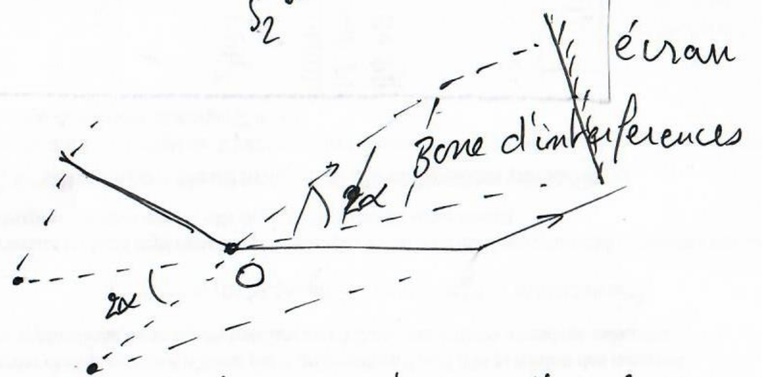
$\widehat{SOS_2} = 2j$

or $j = i + \alpha$

$\Rightarrow \widehat{S_1OS_2} = 2\alpha$

$\Rightarrow S_1S_2 = 2\alpha d$ (angle petit)

3)



La zone d'interférences est sous l'angle 2α, à la distance D de l'arête des miroirs $\Rightarrow$ $\boxed{L = 2\alpha D = 14\,cm}$

4) Formule classique : $\delta = \frac{ax}{D}$ devient ici $\boxed{\delta = \frac{2\alpha d}{d+D} x}$

5) Si δ varie de λ, x varie de i (on se retrouve dans le m̂ état d'interférence) $\Rightarrow$ $\boxed{i = \frac{(d+D)\lambda}{2\alpha d}} = 21\,\mu m$

6) Les 2 radiations λ_1 et λ_2 n'ont pas m̂ fréquence, elles n'interfèrent pas en moyenne, on somme les 2 intensités correspondant à chacune des 2λ :

$$I_1 = 2I_0\left(1 + \cos\frac{2\pi\delta}{\lambda_1}\right)$$

$$I_2 = 2I_0\left(1 + \cos\frac{2\pi\delta}{\lambda_2}\right)$$

(Fresnel)

On pose $a = \frac{2\alpha d}{d+D}$

$$\Rightarrow I = I_1 + I_2 = 4I_0\left[1 + \cos\underbrace{\left(\pi a\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)x\right)}_{\Phi_1}\cos\underbrace{\left(\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right)x\right)}_{\Phi_2}\right]$$

On observe des battements autour de $2I_0$: