Corrigé des exercices du livre – Chapitre 18
Diffraction des ondes et interférences

Exercice 21 : Exploiter un programme

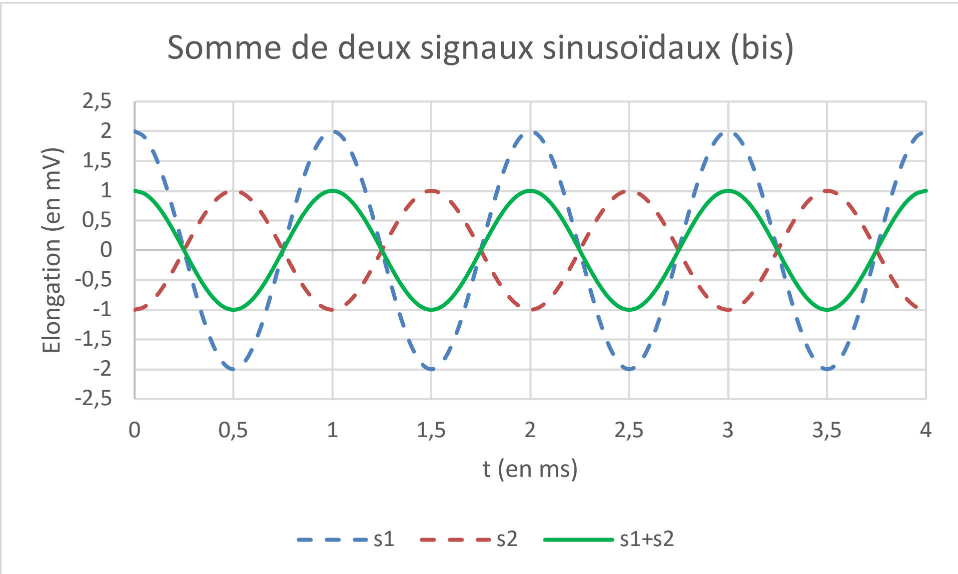
a. La fonction définie lignes 16 et 17 retourne un signal sinusoïdal.
A est l'amplitude du signal ; T est la période du signal ; phi est le déphasage du signal.

b. La ligne 19 permet de tracer le signal s_1 d'amplitude A_1.
La ligne 20 permet de tracer le signal s_2 d'amplitude A_2 et de déphasage phi.
La ligne 21 permet de tracer la somme des deux signaux.

c. $A_1 = 1$ mV
$A_2 = 2$ mV
phi = 0 (ou un multiple entier de 2π)

d. Les signaux s_1 et s_2 sont déphasés d'un multiple de 2π. Les interférences sont donc constructives.

e.



Les signaux s_1 et s_2 sont déphasés de π. Les interférences sont donc destructives.

Exercice 37 : Bulle de savon

a. $\delta_0 = 2ne\cos(i_2) + \frac{\lambda_0}{2} = 2 \times 1{,}35 \times 0{,}32.10^3 \times \cos(42) + \frac{640}{2} = 9{,}8.10^2\ nm = 1{,}5\lambda_0$.
La différence de marche est égale à 3x la demi-longueur d'onde de la lumière incidente. Les interférences sont donc destructives.

b. Pour que la bulle apparaisse rouge, il faut que les interférences soient constructives, c'est-à-dire que la différence de marche soit égale à un multiple entier de la longueur d'onde de la lumière incidente.

$$\delta_0 = k\lambda_0 \Rightarrow k\lambda_0 = 2ne\cos(i_2) + \frac{\lambda_0}{2} \Rightarrow 2ne\cos(i_2) = (2k-1)\frac{\lambda_0}{2} \Rightarrow e = \frac{(2k-1)}{4n\cos(i_2)}\lambda_0$$

Pour k = 1 : $e = \frac{640}{4\times 1{,}35\times\cos(42)} = 1{,}5.10^2\ nm = 0{,}15\ \mu m$

c. L'angle sous lequel on voit une bulle de savon n'est jamais le même, ce qui a une incidence sur la nature des interférences entre les rayons réfléchis sur les 2 couches constituant la bulle de savon. Par conséquent, les couleurs sujettes à interférences destructives ou interférences constructives varient selon cet angle.
Par ailleurs, l'épaisseur d'une bulle de savon n'est pas uniforme, en raison de la gravité. Cela a également une incidence sur le phénomène.

Exercice 38 : Smartphone

$$a = \frac{\lambda D}{d} = \frac{632{,}8.10^{-9} \times 1{,}42}{1{,}5.10^{-2}} = 6{,}0.10^{-5}\ m = 60\ \mu m.$$

Exercice 39 : Interférences et diffraction

a. Les deux phénomènes observés sont la diffraction à travers chacune des fentes et les interférences entre les faisceaux issus des 2 fentes.

Pour observer ces phénomènes, il faut une source monochromatique et des fentes dont la dimension caractéristique est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde incidente.

b. $L = \frac{2\lambda D}{a} = \frac{2 \times 650.10^{-9} \times 2{,}1}{70.10^{-6}} = 3{,}9.10^{-2} m = 3{,}9\ cm.$

c. D'après le document 1, $\frac{L_{exp}}{L_{image}} = \frac{3{,}9}{3{,}45} = 1{,}1 \Rightarrow \frac{i_{exp}}{i_{image}} = 1{,}1$

$\Rightarrow i_{exp} = 1{,}1 i_{image} = 1{,}1 \times 0{,}3 = 0{,}33\ cm.$

d. $i_{exp} = \frac{\lambda D}{a_{1-2\,exp}} \Rightarrow a_{1-2\,exp} = \frac{\lambda D}{i_{exp}} = \frac{650.10^{-9} \times 2{,}1}{0{,}33.10^{-2}} = 4{,}1.10^{-4}\ m = 0{,}41\ mm$

e. $\frac{\Delta a_{1-2}}{a_{1-2}} = \left|\frac{a_{1-2\,constructeur} - a_{1-2\,exp}}{a_{1-2\,constructeur}}\right| = \frac{0{,}41 - 0{,}40}{0{,}40} = 0{,}025.$

Il y a 2,5% d'écart entre la valeur expérimentale et les données constructeur.

f. $\lambda_{vert} < \lambda_{rouge} \Rightarrow \begin{cases} L_{vert} < L_{rouge} \\ i_{vert} < i_{rouge} \end{cases}$

Exercice 40 : Intensité lumineuse

a. $T = \frac{\lambda}{c} = \frac{660.10^{-9}}{3{,}00.10^{8}} = 2{,}20.10^{-15} s = 2{,}20\ fs$

```
T= 2,2  # Période en femtoseconde ou fs (1 fs = 1e-15 s)
t= np.linspace(0,4*T,400)  # 400 dates régulièrement espacées sur 4 périodes
A1=1 # Amplitude de la source 1 assimilée à un réel (unité arbitraire)
A2=1 # Amplitude de la source 2 assimilée à un réel (unité arbitraire)

# Définition, à l'aide des fonctions de la bibliothèque NumPy, de la
# fonction 's', retournant s(t)=A*cos(2πt/T+phi) pour A et phi donnés
def s(A,phi) :
                    return A*np.cos(2*pi*t/T+phi)

# Définition de la fonction 'interference' retournant des courbes
# modifiables grâce à la présence de la virgule (ex: 's1,').
def interference(A1,A2,phi):
   s1,= plt.plot(t, s(A1, 0),'--',lw=1.2,label='$s_{1}(t)$')
                                               # Trace le signal s1(t) = A1*cos(2πt/T)
   s2,= plt.plot(t,s(A2,phi),'--',lw=1.2,label='$s_{2}(t)$')
                                               # Trace le signal s2(t) = A2*cos(2πt/T+phi)
   S,= plt.plot(t,s(A1,0)+s(A2,phi),lw=1.5,label='$s_{1}(t)+s_{2}(t)$')
                                               # Trace le signal somme S(t) = s1(t)+s2(t)
   z,= plt.plot(t,(s(A1,0)+s(A2,phi))**2,lw=1.5,label='$(s_{1}(t)+s_{2}(t))^2$')
                                                  # Trace le carré de la somme (s1(t)+s2(t))^2
  I_phi=np.mean((s(A1,0)+s(A2,phi))**2)#Calcule l'intensité lumineuse
   I,=plt.plot(t,[I_phi]*400,'r',lw=3)#Trace l'intensité lumineuse I(t)
   plt.legend(loc=9, ncol=4)
```

```
36      return s1,s2,S,z,I,I_phi
```

b. D'après la ligne 33, l'intensité lumineuse résultant de la superposition des deux signaux est définie comme la valeur moyenne du carré de la somme des deux signaux.

D'après les données, on a $I_{phi} = \frac{1}{2}\left({A_1}^2 + {A_2}^2\right) + A_1 A_2 \cos(\varphi)$.

L'intensité lumineuse ne dépend que de l'amplitude des signaux et du déphasage φ. Si ces données sont constantes, alors l'intensité lumineuse est également constante.

c. L'instruction de la ligne 34 permet de tracer la courbe donnant l'intensité lumineuse au cours du temps, pour une valeur du déphasage donnée. D'après la question b., cette courbe est une constante.

d.

$\varphi = -\pi$	En opposition de phase	Intensité minimale	Interférences destructives
$\varphi = 0$	En phase	Intensité maximale	Interférences constructives
$\varphi = \pi$	En opposition de phase	Intensité minimale	Interférences destructives
$\varphi = 2\pi$	En phase	Intensité maximale	Interférences constructives

$T = \frac{\lambda}{c} = \frac{660.10^{-9}}{3{,}00.10^{8}} = 2{,}20.10^{-15} s = 2{,}20\ fs$ Les deux phénomènes observés sont la diffraction à travers chacune des fentes et les interférences entre les trains d'onde issus des 2 fentes.