Compte rendu TP2 Optique

Etude de la réfraction par un dioptre plan

Objectif: Vérifier les lois de Descartes et déterminer l'indice du plexiglas.

Montage

On dispose d'un laser, d'un hémicylindre en plexiglas posé sur un disque gradué en degrés.

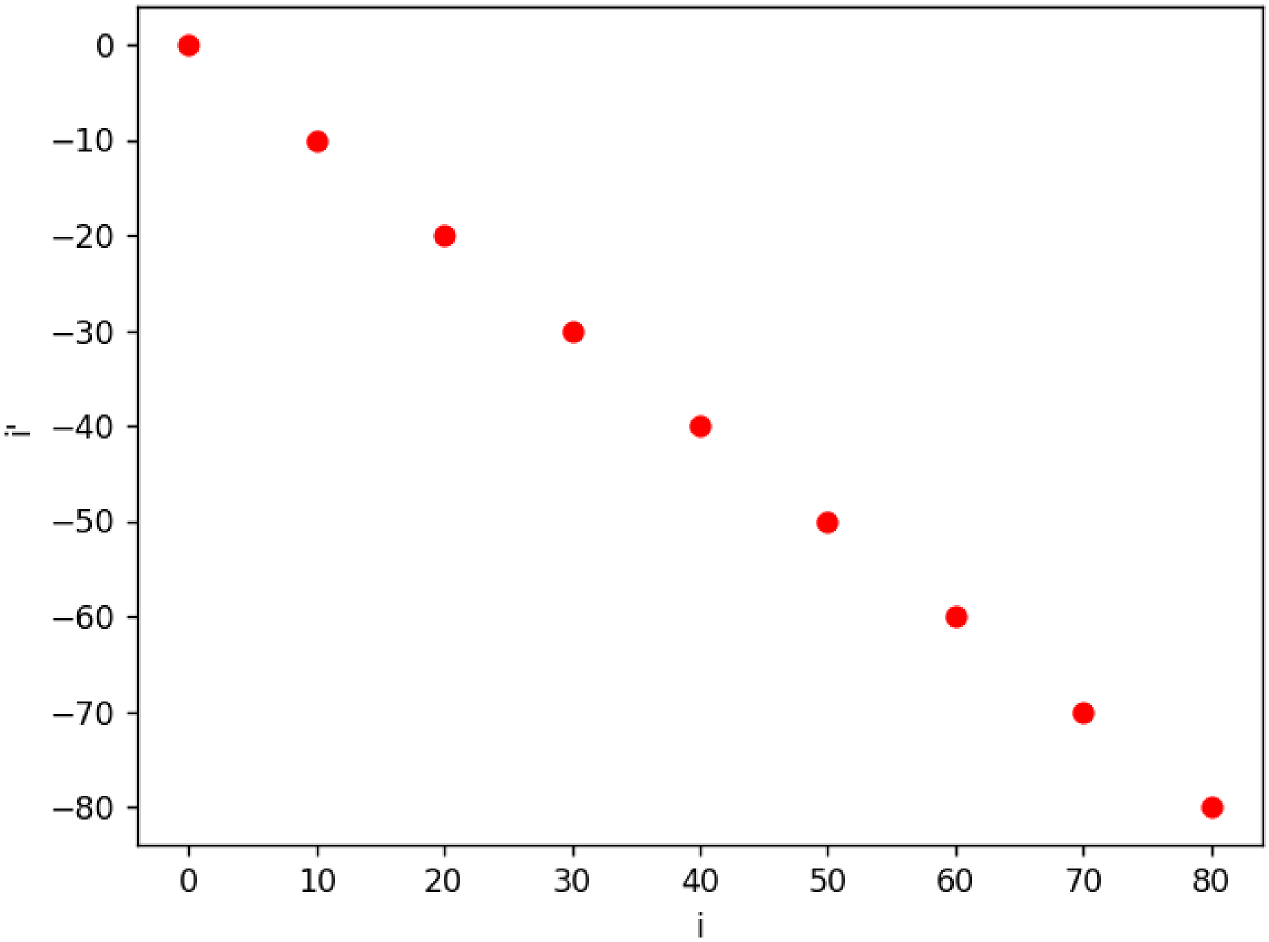
Réflexion

Expérience: On aligne le côté rectiligne de l'hémicylindre avec l'angle 90° du disque. Ensuite, on faire tourner le disque de 10° en 10° en notant l'angle du rayon réfléchit a chaque étape. On a obtenue les valeurs suivantes:

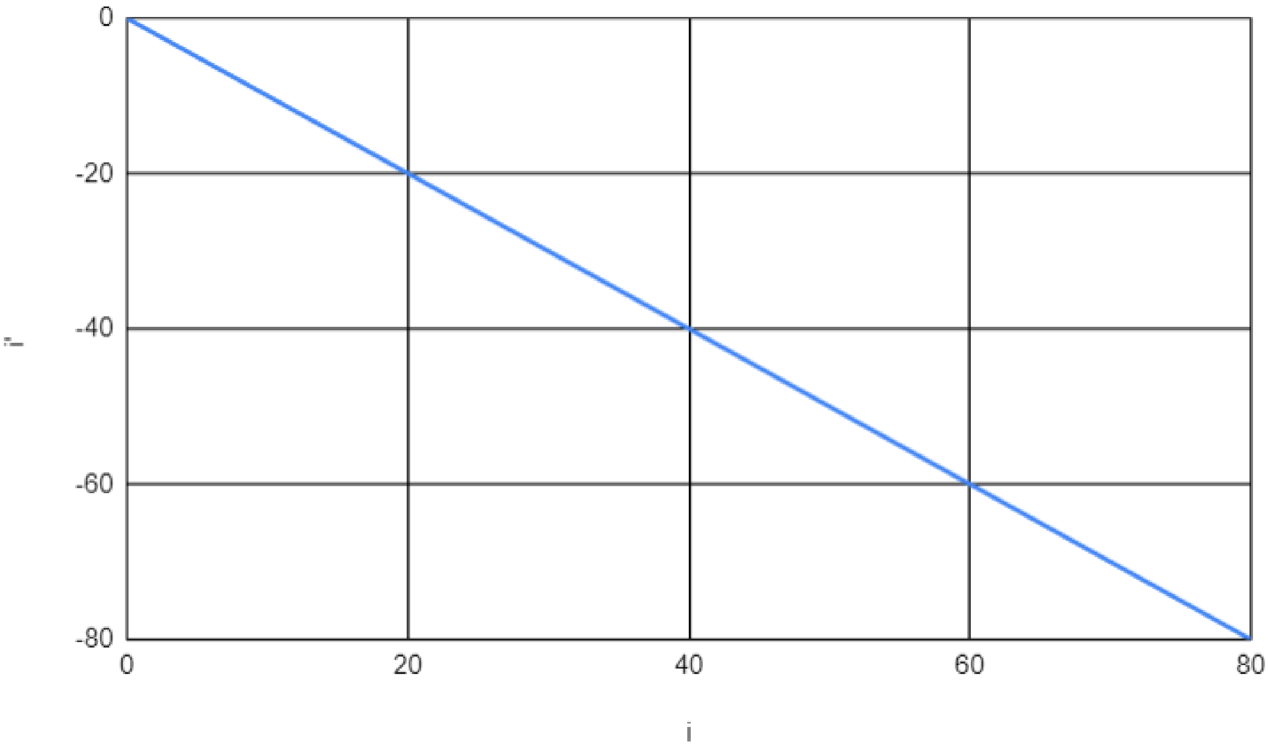
i	0	10	20	30	40	50	60	70	80
i'	0	-10	-20	-30	-40	-50	-60	-70	-80

1. On le trace avec Python

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

i = np.array([0,10,20,30,40,50,60,70,80])
i_prime = np.array([0,-10,-20,-30,-40,-50,-60,-70,-80])

plt.xlabel("i")
plt.ylabel("i'")
plt.plot(i, i_prime, 'ro')
plt.show()
```



2. Avec un tableur (excel ici)



Réfraction air-pléxiglas

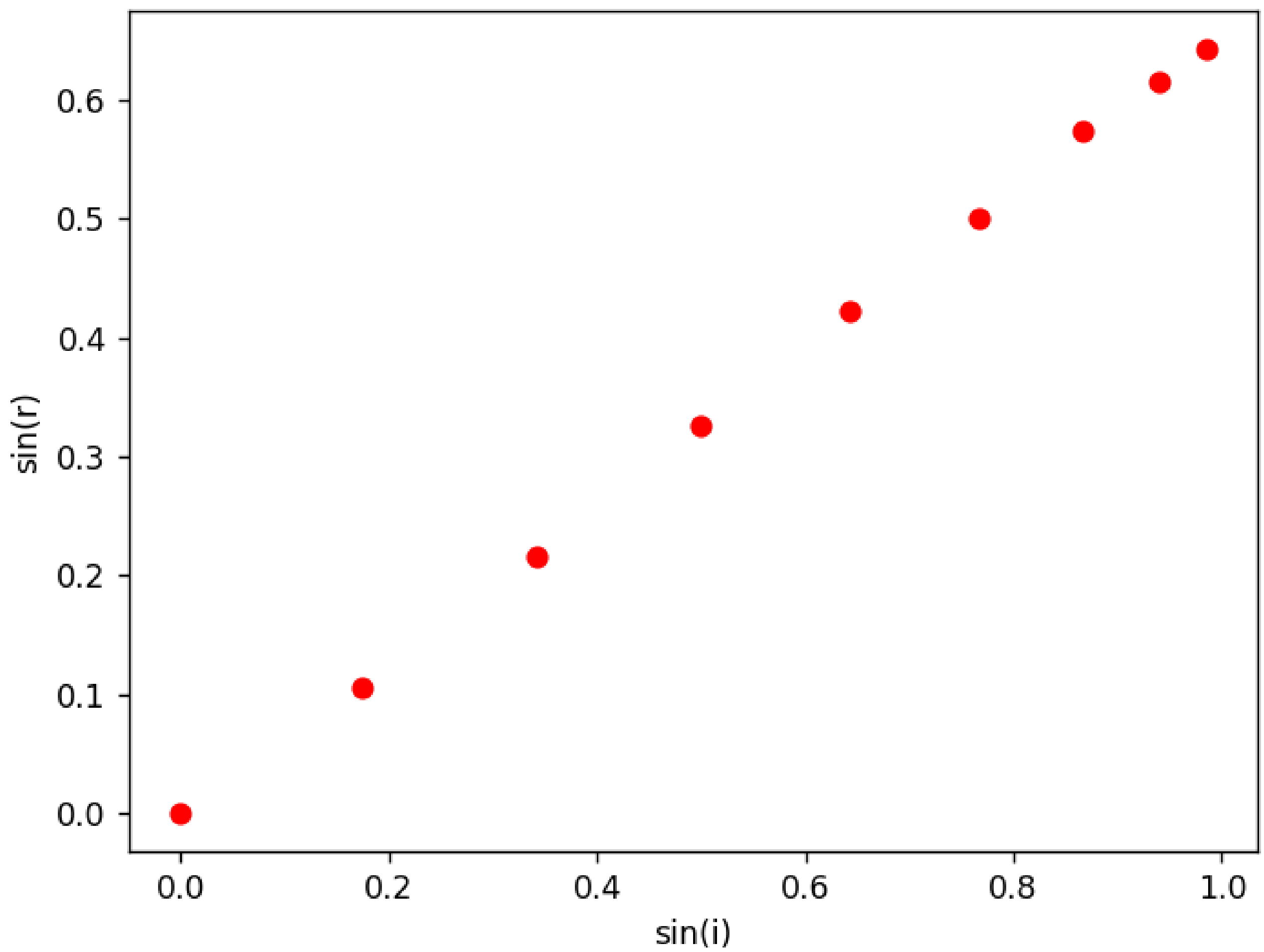
<u>Expérience:</u> On répète les mêmes étapes mais cette fois-ci en notant l'angle du rayon réfracté. On va aussi calculer les valeurs de $sin(i)$ et $sin(r)$ pour pouvoir trouver l'indice de réfraction d u plexiglas. On a trouvé les valeurs suivantes:

i	0	10	20	30	40	50	60	70	80
r	0	6	12.5	19	25	30	35	38	40
$sin(i)$	0	0.174	0.342	0.5	0.643	0.766	0.866	0.940	0.985
$sin(i')$	0	0.105	0.216	0.326	0.423	0.5	0.574	0.616	0.643

De la même façon, on peut placer $sin(r)$ en fonction de $sin(i)$ de 2 manières différentes:

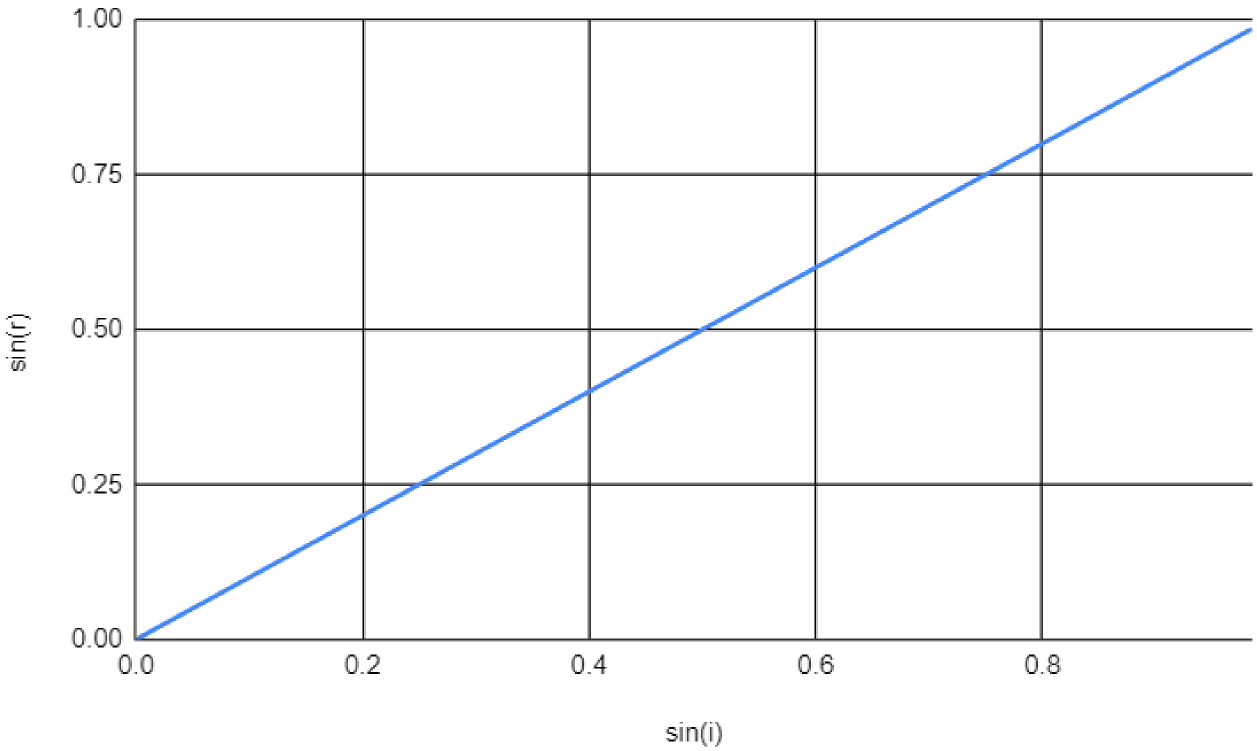
1. Avec python

```python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

sin_i = [0, 0.174, 0.342, 1/2, 0.643, 0.766, 0.866, 0.940,0.985]
sin_r = [0, 0.105, 0.216, 0.326, 0.423, 1/2, 0.574, 0.616, 0.643]

plt.xlabel("sin(i)")
plt.ylabel("sin(r)")
plt.plot(sin_i, sin_r, 'ro')
plt.show()
```



0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
sin(r)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
sin(i)

2. Avec Excel



1.00
0.75
0.50
0.25
0.00
sin(r)
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
sin(i)

Réfraction pléxiglas

Expérience: On a expérimentalement déterminé la valeur de l'angle limite de réfraction. Nous avons trouvé environs $\boxed{42^\circ}$.

Déterminer l'indice de réfraction du plexiglas

1. Avec la régression linéaire de la partie 2

   ```
   import matplotlib.pyplot as plt
   import numpy as np

   sin_i = [0, 0.174, 0.342, 1/2, 0.643, 0.766, 0.866, 0.940,0.985]
   sin_r = [0, 0.105, 0.216, 0.326, 0.423, 1/2, 0.574, 0.616, 0.643]

   [a, b] = np.polyfit(sin_r, sin_i, 1)
   print(a, b)
   ```

   Avec ce programme, on trouve: $sin(i) = 1.51 sin(r)$. Soit un indice de $\boxed{\mathrm{n}{=}1.51}$

2. A partir d'une exploitation statistique des mesures de la partie 2

   Grâce à python, on va pouvoir obtenir une liste de valeurs d'indices et en faire la moyenne. On pourra aussi préciser l'écart-type.

   ```
   import matplotlib.pyplot as plt
   import numpy as np

   sin_i = [0, 0.174, 0.342, 1/2, 0.643, 0.766, 0.866, 0.940,0.985]
   sin_r = [0, 0.105, 0.216, 0.326, 0.423, 1/2, 0.574, 0.616, 0.643]

   indices = []
   for si, sr in zip(sin_i, sin_r):
       if sr!=0:
           indices.append(si/sr)
   moyenne = np.average(indices)
   ecart_type = np.std(indices)
   print(moyenne)
   print(ecart_type)
   ```

   On a alors un indice $\boxed{\mathrm{n}{=}1.55}$ avec un écart-type de 0.046.

3. A partir de l'angle limite de réfraction

$$
\begin{align}
nsin(42) &= sin(90) \tag{1}\\
\iff n &= \frac{sin(90)}{sin(42)} \tag{2}\\
\iff n &= \frac{1}{sin(42)} \tag{3}\\
\iff n &= \boxed{1.49} \tag{4}
\end{align}
$$

On a donc $\boxed{\text{n=1.49}}$

Exercice 5

1. On peut observer les rayons lumineux allant du point A jusqu'à la surface de l'eau.

2. a)

$$tan(i') = \frac{L}{H-(h-h')}$$

   b)

$$tan(i') = \frac{l}{h'}$$

   c)

$$tan(i) = \frac{l}{h}$$

   d)

$$sin(i') = nsin(i)$$

3. On peut approximer que $h = 8.7cm$ et $h' = 6cm$.

4. Nous avons donc:

$$\begin{aligned}
tan(i') &= \frac{L}{H-(h-h')} && (5)\\
&= \frac{25}{48-(8.7-3)} && (6)\\
&= \frac{250}{423} && (7)\\
\iff \quad i' &= arctan(\frac{250}{423}) && (8)\\
&= \boxed{30.6^\circ} && (9)
\end{aligned}$$

Nous pouvons alors en déduire l:

$$\begin{aligned}
l &= tan(i')h' && (10)\\
&= 6tan(30.6) && (11)\\
&= \boxed{3.55\text{cm}} && (12)
\end{aligned}$$

Ceci va nous permettre de trouver i:

$$\begin{aligned}
tan(i) &= \frac{l}{h} && (13)\\
&= \frac{3.55}{8.7} && (14)\\
\iff \quad i &= arctan(\frac{3.55}{8.7}) \quad = \boxed{22.2^\circ} && (15)
\end{aligned}$$

Or d'après notre dernière relation:

$$\begin{aligned}
sin(i') &= nsin(i) && (16)\\
\iff \quad n &= \frac{sin(i')}{sin(i)} && (17)\\
&= \frac{sin(30.6)}{sin(22.2)} && (18)\\
&= \boxed{1.35} && (19)
\end{aligned}$$

Nous avons donc une approximation de l'indice de l'eau a environ 1.35. Ce qui est assez proche de la valeur réel d'environ 1.33. Soit un décalage de $\frac{1.35-1.33}{1.33} = 1.5\%$