

# Simulation optique d'une demi boule en verre

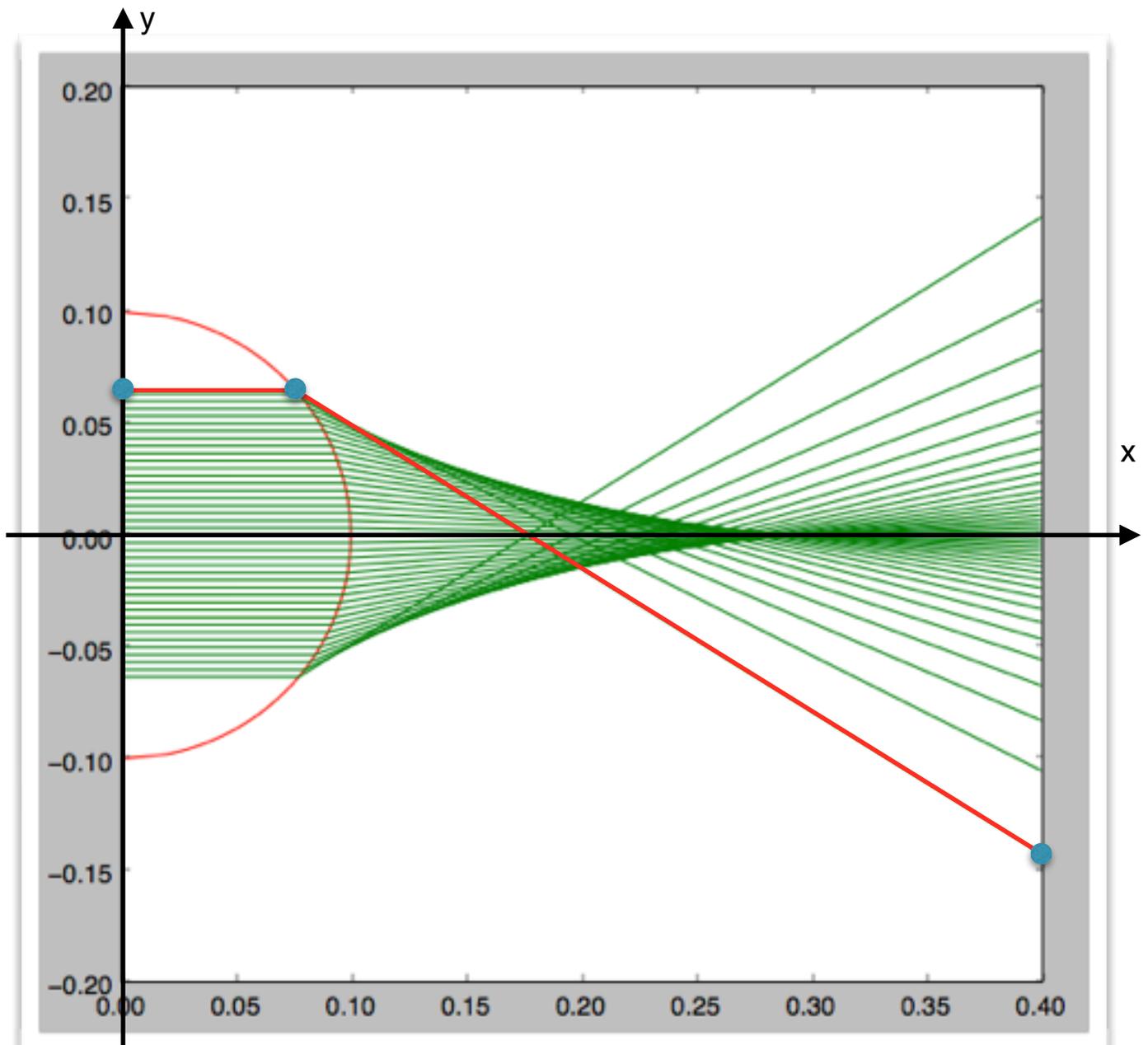
## Lois de Descartes

Ce TD reprend le Devoir d'optique géométrique de début d'année sur la demi-boule.  
On y trace le chemin des rayons (en vert) qui arrivent horizontalement à une ordonnée  $y$ , traversent la demi-boule en verre d'indice  $n = 1,5$  et ressortent sous un angle à déterminer.

On voit sur le schéma suivant (rayon en rouge) qu'il suffit de placer et relier 3 points pour chaque rayon. On fera ensuite une simple boucle sur l'ordonnée initiale pour tracer tous les rayons.

On ajoute au départ le tracé de la boule elle-même en traçant une ligne polygonale en forme de demi arc de cercle.

Une bonne partie du programme est déjà réalisée, mais vous devez compléter les parties correspondant aux questions.



## 1 - Préparation : reprendre le sujet du devoir.

a - Etablir la condition de réflexion totale portant sur l'ordonnée  $y$  du point d'impact du rayon sur le dioptre plan. En déduire  $|y_{\max}|$  pour que le rayon puisse ressortir.

b - Trouver l'angle du rayon émergent de la boule par rapport à l'horizontale. Nous en aurons besoin pour le tracé !

c - Trouver  $x(y)$  sur un cercle de rayon  $R$  lorsque  $x > 0$ . Nous voulons tracer ce demi arc de cercle avec un rayon  $R = 10$  cm.

## 2 - Tracé du cercle représentant le dioptre :

Construire deux listes  $x_{\text{Boule}}$  et  $y_{\text{Boule}}$  contenant les coordonnées de points sur un demi-cercle représentant le dioptre circulaire : on tracera en rouge 101 points régulièrement espacés sur l'axe  $y$  tous les  $2R/100$ , extrémités incluses : ordonnées de  $-R$  à  $+R$ . Soit un total de 101 points.

**Compléter le code fourni en donnant la valeur  $y$  par interpolation linéaire. L'abscisse  $x$  se déduit dans la foulée de  $y$  et  $R$  (comment ?).**

**Tester dans la console le tracé de votre demi-cercle :**

```
>>> plt.plot(xBoule, yBoule, 'r'); plt.show()
```

Vous obtenez l'arc de cercle si les listes sont correctes.

## 3 - Construction des points de départ :

a - On souhaite 40 points de départs équi-répartis entre les deux réflexions totales (cf Q1a et DS). Construire ainsi la liste  $y_{\text{Start}}$  des ordonnées des points de départ. La première ordonnée doit être  $-R$  et la dernière  $+R$ . Il y a  $N = 40$  ordonnées de départs dans la liste  $y_{\text{Start}}$ .

b - Bonus :

On peut simuler l'action d'un diaphragme, à l'aide d'un coefficient  $\alpha = 0.5$  par exemple, qui fait en sorte que les  $N$  points de départs soient entre  $-\alpha R$  et  $+\alpha R$ .

## 4 - Construction des rayons :

On considère un rayon venant horizontalement selon  $Ox$ , qui traverse horizontalement la demi-boule en verre, puis se réfracte sur le dioptre et se propage en ligne droite oblique jusqu'à  $x = +4R$ .

**Chaque rayon peut être représenté par deux segments reliant 3 points : voir figure.**

$(0, y_0) \rightarrow (x_{\text{dioptre}}, y_0) \rightarrow (+4R, y_{\text{final}})$

Soit  $y_0$  l'ordonnée de départ, le rayon va horizontalement jusqu'à  $x_{\text{dioptre}}$  (Q1c) puis il part en oblique selon un angle à déterminer (Q1b) : en déduire l'ordonnée finale  $y_{\text{final}}$  quand le rayon arrive en  $x = 4R$ .

a - Etablir les formules de la pente et en déduire l'ordonnée finale. Faire un schéma.

b - Compléter le code fourni. Tester le tracé des rayons et modifier si nécessaire.

**Le fichier python a me renvoyer par mail doit être fonctionnel.**