

# **Corrigé de l'examen de Phys102 « Lumière, images et couleurs »** **10 janvier 2017 – de 9h30 à 11h30**

## **A) Bulle d'air dans un liquide (7,5 pts)**

0,5 1) voir l'annexe 1.

0,5 2) voir l'annexe 1.

0,5 3)  $n \sin i = \sin r$

4) Le rayon réfléchi existe toujours.

1 Le rayon réfracté existe s'il n'y a pas de réflexion totale  $\Leftrightarrow i \leq \theta$  tel que  $\sin \theta = 1/n$ .

0,5 5) Triangle CHI :  $L = R \sin i$

0,5 6)  $\sin i \leq 1/n$  et  $\sin i = L/R \Rightarrow L \leq L_\theta = \frac{R}{n}$

On mesure expérimentalement  $L_\theta = 1,50 \pm 0,02 \text{ mm}$  pour une bulle de 2,00 mm de rayon (on négligera l'incertitude  $\delta R$ ).

7)  $L_\theta = 1,50 \pm 0,02 \text{ mm}$

$R = 2,00 \text{ mm}$

$n = R/L_\theta = 2,00/1,50 = 1,3333$

1  $\delta n = \left| -R/L_\theta^2 \right| \delta L_\theta = \frac{2,00}{1,50^2} \times 0,02 = 0,0177$  (ou par encadrement)

$n = 1,333 \pm 0,018$  (ou  $n = 1,33 \pm 0,02$ )

0,5 8) voir l'annexe 1.

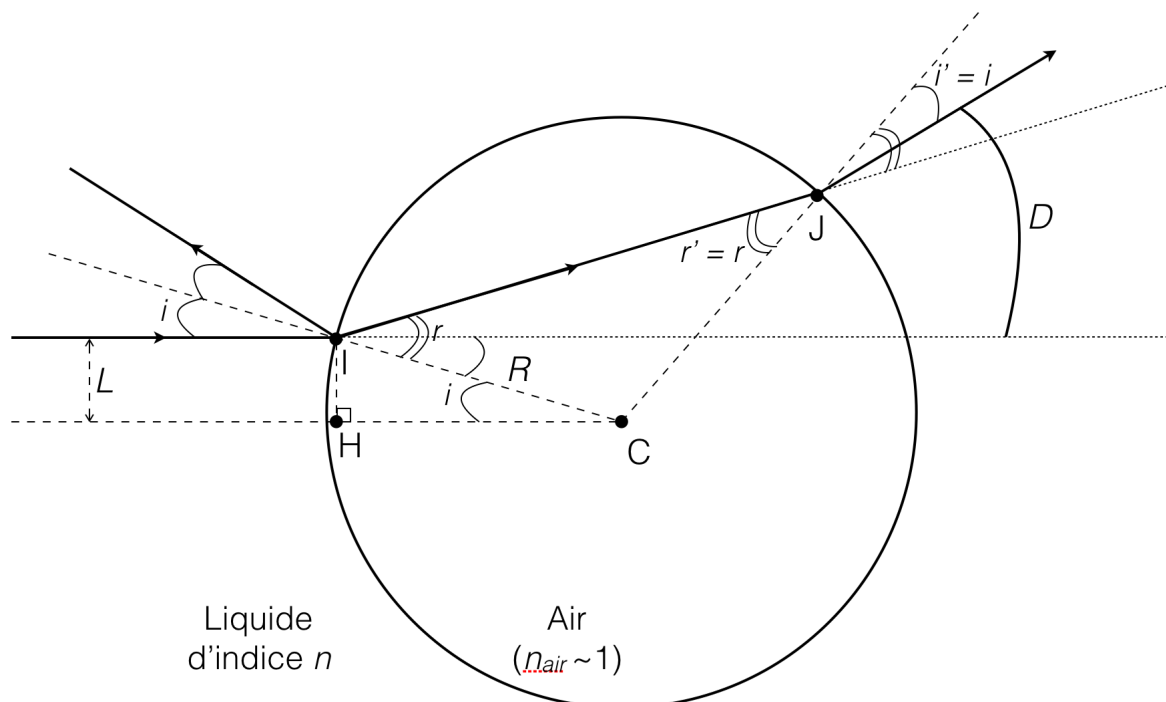
0,5 9) Le triangle CIJ est isocèle en C donc  $r' = r$ .

0,5 10) Loi de la réfraction de Snell-Descartes au point J :  $\sin r' = \sin r = n \sin i'$

0,5 11)  $i' = i$

0,5 12) a) voir l'annexe 1.

0,5 b) Déviation subie en I :  $D_I = r - i$  Déviation subie en J :  $D_J = r' - i' = r - i$   
 $D = D_I + D_J = r + r' - (i + i') = 2r - 2i$



**B) Miroir sphérique et petite cuillère (7 pts)**

$$\frac{1}{SA'} + \frac{1}{SA} = \frac{2}{SC} \quad (1)$$

- 1) a) Le foyer objet F est le point sur l'axe optique tel que si l'on place un objet en F tous les rayons provenant de cet objet émergent du système optique parallèlement à l'axe optique et forment une image à l'infini :  $F \rightarrow A'_\infty$

Le foyer image F' est le point de l'axe optique où convergent tous les rayons provenant d'un objet à l'infini sur l'axe optique (rayons arrivant parallèlement à l'axe optique) :  $A_\infty \rightarrow F'$

b)  $F : \frac{1}{SA'_\infty} + \frac{1}{SF} = \frac{1}{SF} = \frac{2}{SC}$        $F' : \frac{1}{SF'} + \frac{1}{SA_\infty} = \frac{1}{SF'} = \frac{2}{SC}$

Donc  $SF = SF' = SC/2$ .

c) Voir l'annexe 2.

- 2) Voir l'annexe 2      0,25 par rayon et 0,25 par caractérisation de l'image

3)  $\gamma = \frac{A'B'}{AB}$        $R = SC$

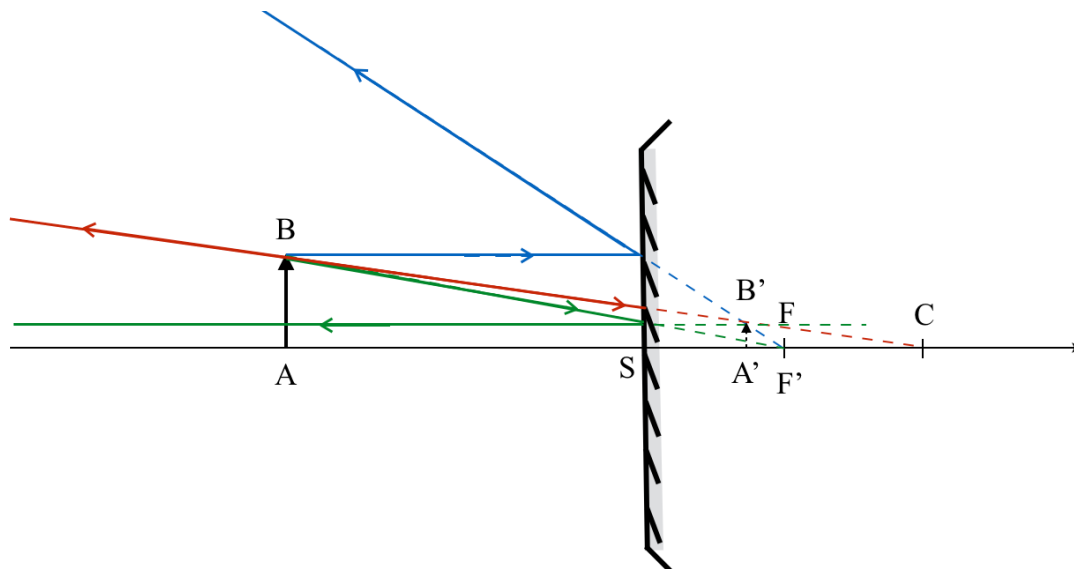
D'après le théorème de Thalès :  $\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{CA'}{CA} = \frac{CS + SA'}{CS + SA} = \frac{SA' - R}{SA - R}$

$SA = -25 \text{ cm}$        $R = -2 \text{ cm}$ .

4) Relation de conjugaison  $\Rightarrow SA' = \frac{1}{\frac{2}{SC} - \frac{1}{SA}} = \frac{1}{\frac{2}{-2} - \frac{1}{-25}} = -1,04 \text{ cm}$ .

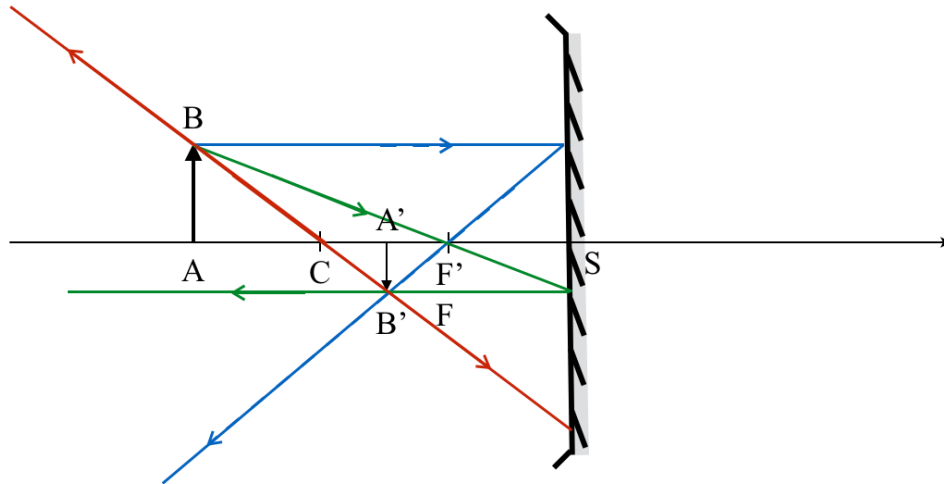
5)  $\gamma = \frac{SA' - R}{SA - R} = \frac{-1,04 - (-2)}{-25 - (-2)} = -0,04$

- 6) L'image de l'œil par la cuillère est donc inversée ( $\gamma < 0$ ) et réduite ( $|\gamma| < 1$ , image ~25 fois plus petite).

**Annexe 2 : Constructions avec miroirs sphériques**


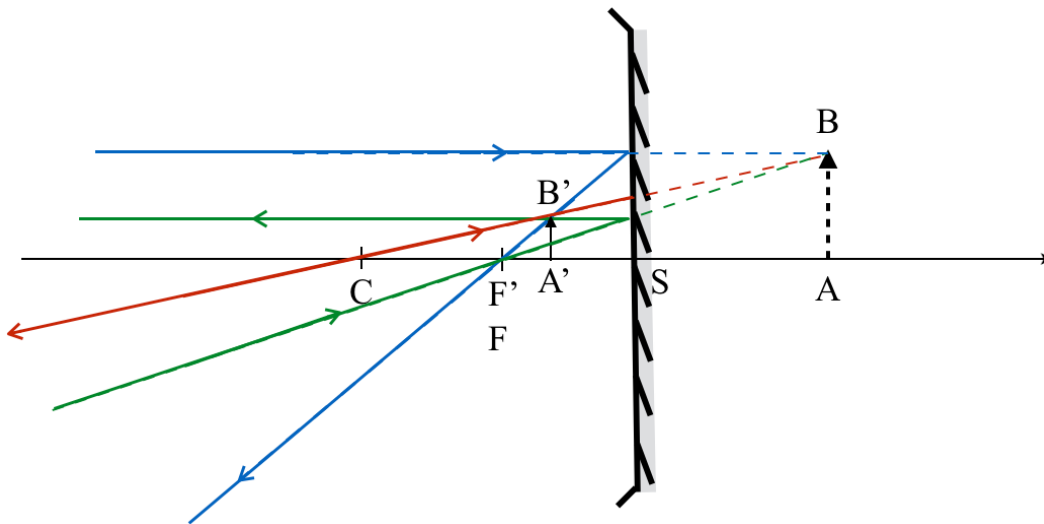
Miroir sphérique convexe

Caractérisation de l'image : Image virtuelle, droite, réduite



Miroir sphérique concave

Caractérisation de l'image : Image réelle, inversée, réduite



Miroir sphérique concave

Caractérisation de l'image : Image réelle, droite, réduite

### C) Le superlaser de l'étoile de la mort (5,5 pts)

0,5

1) a) Les rayons sortant de la lentille L sont tous parallèles à l'axe optique, donc les rayons incidents sur la lentille doivent passer et se couper par F le foyer objet de la lentille L.

0,5 (divergente) b) On voit sur l'annexe 3 que les rayons se coupent après la lentille (en F), donc il s'agit

0,5 (schéma) d'une lentille divergente. Voir l'annexe 3

0,5 2)  $\tan \alpha = \frac{d/2}{|f'|}$  donc :  $d = 2 |f'| \tan \alpha$

3,5 3) Le graphique représente d en fonction de  $2 \tan \alpha$ , donc les mesures doivent former une droite (passant par l'origine) et de pente  $|f'|$ .

Méthode des pentes extrêmes (voir l'annexe 4)

0,5  $|f'|_{\max} = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A} = \frac{475 - 0}{5,4 - 0,2} = 91,35 \text{ m}$   $|f'|_{\min} = \frac{y_D - y_C}{x_D - x_C} = \frac{425 - 50}{5,6 - 0,4} = 72,11 \text{ m}$  0,5

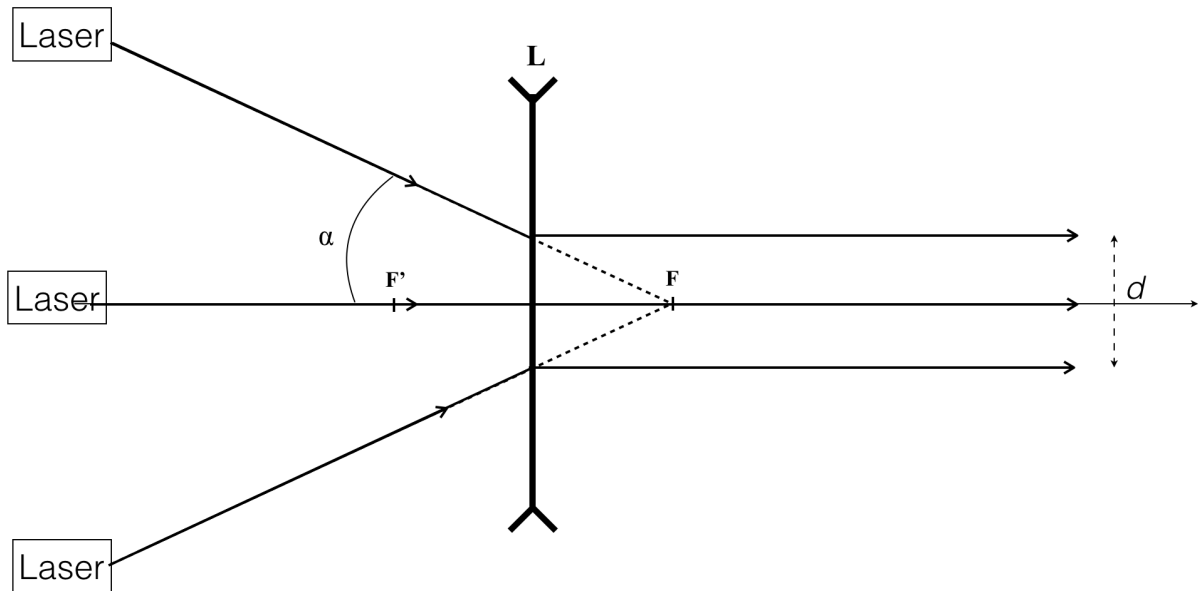
0,5  $|f'| = \frac{|f'|_{\max} + |f'|_{\min}}{2} = 81,73 \text{ m}$   $\delta |f'| = \frac{|f'|_{\max} - |f'|_{\min}}{2} = 9,6 \text{ m}$  0,5

$f' = - (82 \pm 10) \text{ m}$  0,5

Valeurs acceptées si cohérent avec les pentes tracées :  $f' = - ([77 ; 87] \pm [2 ; 12]) \text{ m}$

Explication méthode et graphique : 1

### Annexe 3 : Schéma du « superlaser » de l'étoile de la mort



### Annexe 4 : Etude de la largeur du faisceau laser tiré par l'étoile de la mort

