

# Partie I

## Séries des travaux dirigés d'optique géométrique

## ***TD optique géométrique Série N°1***

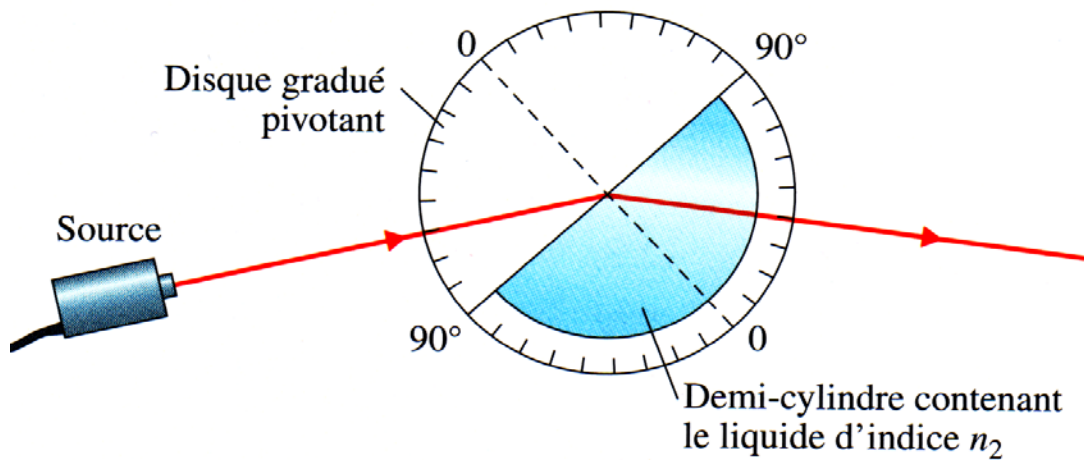
### **Lame à face parallèle**

Un rayon lumineux tombe sous un angle  $\alpha = 60^\circ$  sur une lame à faces parallèles en verre d'une épaisseur de 5 cm. L'indice de réfraction de la plaque vaut  $n = 1,5$ . La plaque est entourée d'air.

Calcule le décalage du rayon transmis !

### **Mesure de l'indice d'un milieu**

La détermination de l'indice de réfraction d'un liquide est une méthode permettant l'identification de ce liquide. Un faisceau de lumière monochromatique est dirigé vers un liquide sur le schéma ci-dessous. On note  $i_1$  l'angle incident dans l'air d'indice  $n_1$  et on note  $i_2$  l'angle réfracté dans le liquide d'indice  $n_2$ .



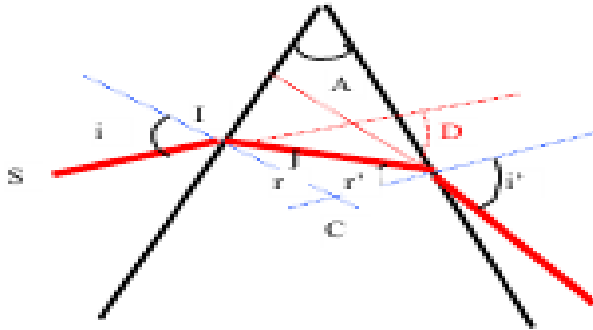
Le tableau ci-dessous regroupe les mesures réalisées pour divers angles d'incidence ainsi que les sinus de ces angles

$i_1$ (en degrés)	0	10	20	30	40	50	60
$i_2$ (en degrés)	0	7	15	22	29	35	40
$\sin i_1$							
$\sin i_2$							

1. Rappeler l'expression de la seconde loi de Descartes.
2. Compléter le tableau
3. Tracer la courbe représentant  $\sin i_1$  en fonction de  $\sin i_2$ , et déterminer la valeur de l'indice de réfraction  $n_2$  à l'aide de la courbe.

### Prisme

On appelle prisme un milieu transparent que nous supposons homogène et isotrope d'indice  $n$  limité par deux dioptries plans non parallèles. On appelle arête du prisme la droite selon laquelle se coupent les deux dioptries et plan de section principale tout plan perpendiculaire à l'arête. Nous supposons que le prisme est baigné par l'air d'indice 1. Un rayon SI est dans le plan de section principale.



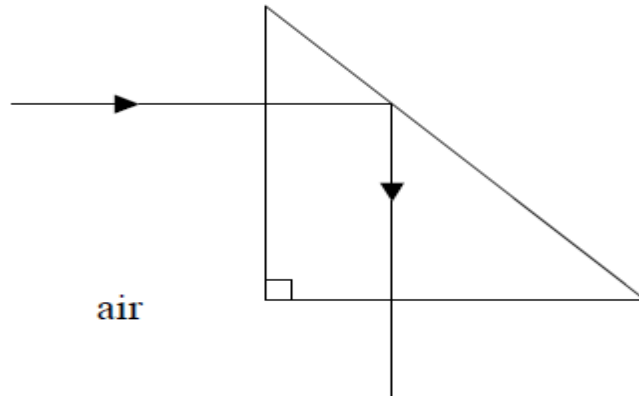
- a) Écrire les lois de Descartes en I et I'.
- b) Calculer A en fonction de  $r$  et  $r'$ .
- c) Calculer la déviation D en Fonction de  $i$ ,  $i'$ , A.
- d) Montrer que lorsque  $i$  varie D passe par un minimum  $D_m$ , exprimer alors  $n$  en fonction de A et  $D_m$ .

### Prisme à réflexion totale

A quelle relation doit satisfaire l'indice  $n$  d'un prisme isocèle rectangle utilisé dans les conditions de la figure pour que l'on se trouve dans le cas d'une réflexion totale ?

Comment se comporte alors le prisme ?

A partir de ce prisme, proposer un montage permettant de renvoyer en sens inverse la lumière



### Guide d'onde :

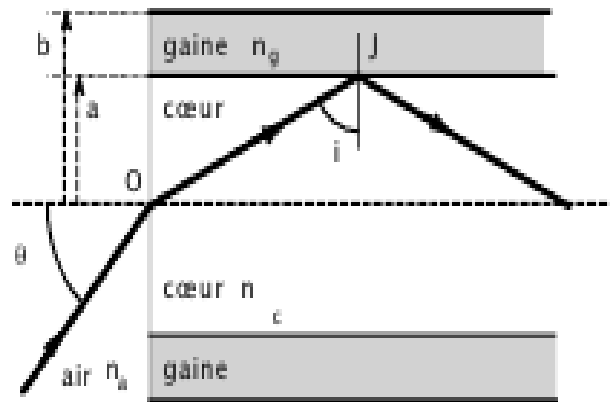
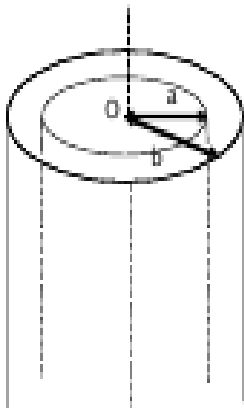
La fibre optique à saut d'indice

Une fibre optique à saut d'indice est constituée :

- d'un cœur, de rayon  $a$  et d'indice de réfraction  $n_c$  ;
- d'une gaine, de rayon  $b$  et d'indice de réfraction  $n_g$ .

En général on prend  $n_c = 1,5$  et  $n_g = 0,99n_c$ . La fibre est placée dans l'air ( $n_a = 1,00$ ).

Un rayon lumineux arrive au centre  $O$  du cœur de la fibre avec un angle d'incidence  $\theta$ . Il pénètre dans la fibre et rencontre la gaine, pour la première fois, au point  $J$ , sous l'angle d'incidence  $i$  comme représenté ci-dessous.



- 1) Indiquer quelle condition doit satisfaire l'angle  $i$  pour que le rayon soit totalement réfléchi au point J ;
- 2) En déduire quel est l'angle  $\theta$  que doit faire le rayon pour rentrer dans la fibre.

C'est ainsi que l'on peut transporter sur des centaines de kilomètres l'information contenue dans une onde électromagnétique.

# TD optique géométrique Série N°2

## Rotation d'un miroir plan

Considérons un rayon lumineux arrivant sur un miroir plan, ainsi que son rayon réfléchi. De quel angle le rayon réfléchi tourne-t-il lorsque le miroir tourne d'un angle  $\alpha$  perpendiculairement au plan d'incidence ?

## Caractérisation d'un miroir

Un miroir sphérique donne d'un objet réel situé à 60cm de son sommet une image droite et réduite d'un facteur 5. En déduire, par le calcul et par une construction géométrique qu'on expliquera, les caractéristiques du miroir.

## Conjugaison par miroir concave

Un miroir concave est caractérisé par un rayon  $R = 8$  cm. Un objet réel AB est placé à 12 cm du sommet du miroir.

Déterminer la position de l'image par rapport au sommet et sa nature réelle ou virtuelle. Est-elle droite ou inversée ?

## Element de sécurité ( le rétroviseur ) :

Le champ d'un miroir est la portion de l'espace qu'un observateur voit dans un miroir. Ainsi un rétroviseur de voiture ne permet pas au conducteur de voir une autre voiture qui se situerait hors de cette portion ; c'est ce qu'on appelle l'angle de mort.

A/ le rétroviseur est un miroir plan : Le rétroviseur est un miroir plan de largeur L. l'observateur place l'œil , supposé ponctuel, en un point A' de l'axe du miroir, à une distance D de celui-ci.

1/ sur une figure positionner le point A dont l'image est A' par le miroir

2/ où se situent les points que l'observateur peut espérer voir par réflexion dans le miroir ? faire apparaître cette portion de l'espace sur la construction

3/ préciser la valeur de l'angle  $\alpha$  qui caractérise cette portion ( c'est le champ du miroir)

AN : calculer  $\alpha$  avec  $L=20$ cm et  $D= 50$ cm

A/ le rétroviseur est un miroir sphérique : Le miroir plan est remplacé par un miroir sphérique convexe, de rayon de courbure  $R=50$ cm et de même largeur L. L'œil de l'observateur est toujours placé en A'.

1/ effectuer la construction graphique du point A dont l'image est A' par le miroir et déterminer la position de A par rapport à S sommet du miroir.

2/ faire apparaître le champ du miroir sur la construction.

3/Preciser la valeur de l'angle  $\alpha'$  qui caractérise le champ de vision.

AN : calculer  $\alpha'$  avec  $L=20\text{cm}$  et  $D=50\text{cm}$ .

### Comparaison des deux dispositifs :

1/ comparer les champs angulaires des deux types de rétroviseurs.

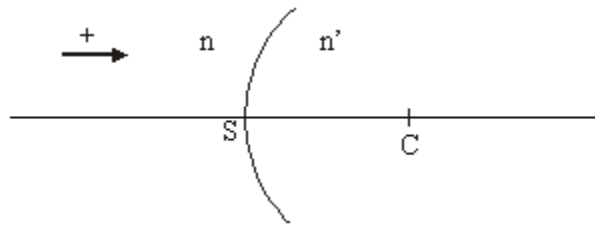
2/ Un objet de taille 1m, est situé à une distance  $d'=10\text{m}$  du rétroviseur. Faire une construction graphique de l'image dans les deux cas. Déterminer puis calculer les angles apparents sous lesquels l'automobiliste voit l'objet avec les deux types de rétroviseurs. Commenter.

### **Caractérisation d'un dioptre sphérique**

La distance focale image d'un dioptre sphérique d'indices  $n = 1,33$  et  $n' = 1,5$  vaut  $+200\text{ mm}$ . Calculer le rayon de courbure du dioptre. Est-il concave ou convexe ? Justifier.

### **Dioptre sphérique**

Un dioptre sphérique de centre C, de sommet S, de rayon de courbure égal à  $10\text{cm}$  sépare l'air d'indice  $n=1$  (espace objet) et un milieu d'indice  $n' = 4/3$  (espace image). Sa face convexe est tournée du côté de l'air.



1. Trouver la position des foyers F et F' de ce dioptre.
2. Trouver la position d'un objet réel AB perpendiculaire à SC et de son image A'B' pour le grandissement linéaire  $g=+2$ .
3. Tracer la marche d'un faisceau de rayons issus du point B de l'objet.

### **Vergence d'un dioptre**

Calculer les vergences des dioptres suivants :

- $n = 1$  ;  $n' = 1,5$  ;  $R=+100\text{ mm}$
- $|n' - n| = 0.525$  et  $R = -175\text{ mm}$ , le dioptre est convergent.
- $n = 1,7$  ;  $n' = 1$  ;  $R = -8,5\text{ cm}$

## TD Optique géométrique Série N° 3 (les lentilles)

### Caractérisation d'une lentille

Une lentille mince sphérique donne d'un objet réel situé à 60cm avant son centre une image droite réduite d'un facteur 5. Déterminer par le calcul et par une construction géométrique la position de l'image et les caractéristiques de la lentille.

### Utilisation d'une lentille divergente :

Une lentille mince divergente a pour distance focale image  $f' = -30\text{cm}$ .

A/ Déterminer l'image d'un point A situé à 30cm devant la lentille mince

B/ si un objet AB dans le plan transverse en A à pour taille 1mm, quelle est la taille de l'image ???

### Réalisation d'un objet

Soit un objet AB avec A sur l'axe d'une lentille L de focale  $f'$  tel que  $0 < OA < f'$

1. Quelle est la nature (réelle ou virtuelle) de cet objet ?
2. Réalisez une construction géométrique de l'image A'B' de AB par L et vérifiez le résultat par relation de conjugaison.

Application numérique avec  $f' = 10\text{ cm}$  et  $OA = 5\text{ cm}$ . Quelle est la nature de cette image ?

### Lunette astronomique

Par définition, le diamètre apparent d'un objet est l'angle sous lequel il est vu.

1- Calculer le diamètre apparent  $a$  de la Lune vue depuis la Terre.

Données : diamètre de la Lune : 3450 km ; distance moyenne Terre - Lune : 380 000 km.

2- La Lune est maintenant observée à travers une lunette astronomique. Celle-ci est constituée d'une lentille convergente L1 de grande distance focale  $f'_1$  (appelée objectif) et d'une lentille L2 convergente de plus petite distance focale  $f'_2$  servant de loupe (Appelée oculaire). Les deux lentilles sont coaxiales. L'image donnée par la lunette est située à l'infini.

- Déterminer l'image A1B1 donnée par l'objectif, puis sa position par rapport à l'oculaire.
- Calculer le diamètre apparent  $a'$  sous lequel est vue, à travers la lunette, la Lune par l'observateur et comparer  $a'$  au diamètre apparent  $a$  de la Lune à « l'œil nu ».

Données :  $f'_1 = +5\text{ m}$  et  $f'_2 = +10\text{ cm}$ .



## Partie II

### Examens et tests

# Test et examen Module Optique

Dans ce chapitre je présente les différents examens et test avec leurs solutions du module Optique géométrique que j'ai proposé aux étudiants préparant une licence en Science de la matière en S3

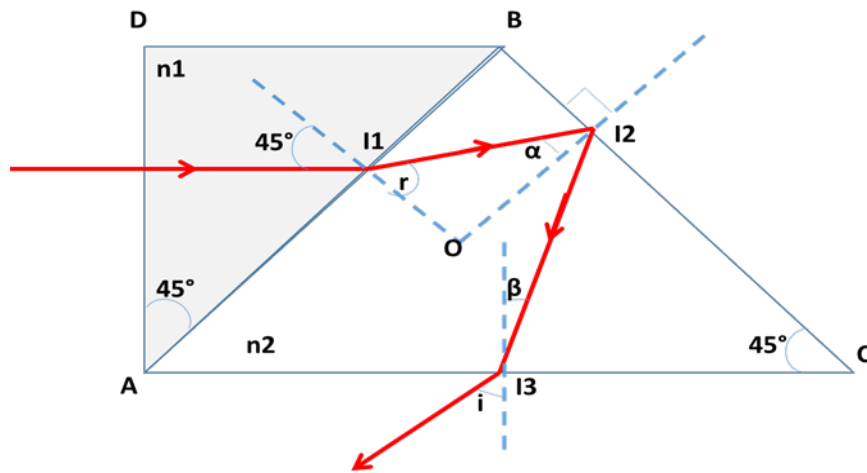
## Examen d'Optique : SM (2014-2015)

### Détermination de l'indice de réfraction d'un prisme : 5pts

Deux morceaux de verre taillés sous forme de triangle rectangle et isocèle d'indice respectifs  $n_1$  et  $n_2$  ont leur face AB commune, voir figure. Un rayon incident frappe AD sous une incidence normale, se réfracte en I1 et se réfléchit en I2 puis ressort en I3 sous un angle  $i$ . Les valeurs de  $n_1$  et  $n_2$  sont telles que la réflexion soit totale en I2.

- 1 Ecrire la relation de Snell-Descartes aux points I1 et I3
- 2 Montrer que :  $r + \alpha = \frac{\pi}{2}$  et  $\alpha + \beta = \frac{\pi}{4}$
- 3 Quelle est la condition de la **réflexion limite** au point I2 ?
- 4 Dédire dans ce cas (réflexion limite) l'expression qui relie  $n_1$  et  $n_2$  et calculer sa valeur

AN :  $n_2 = 3/2$



### Le microscope, calcule du grossissement (7pts):

Le principe de fonctionnement d'un microscope peut être illustré par deux lentilles convergentes. La lentille L1 joue le rôle d'objectif pour collecter les rayons lumineux issus d'un objet AB, et la lentille L2 joue le rôle d'oculaire pour grossir l'image obtenue. La lentille L1 est convergente de distance focale  $f'_1 = 0,5\text{cm}$ . Elle fait de AB une image  $A_1B_1$ . La lentille L2 est convergente de distance focale  $f'_2 = 2\text{cm}$  et fait de  $A_1B_1$  une image  $A'B'$ . Les centres optiques de ces lentilles sont notés respectivement  $O_1$  et  $O_2$ . L'objet observé a pour dimension  $\overline{AB} = 0,01\text{ cm}$  et est placé tel que  $\overline{O_1A} = -0,51\text{ cm}$ . L'observateur se trouve derrière l'oculaire, l'œil sur l'axe optique.



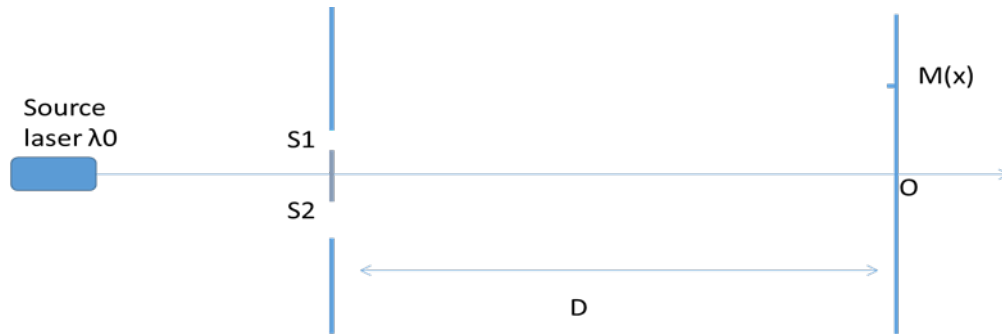
1. Le microscope est réglé pour qu'un œil sans défaut n'ait pas à accommoder lorsqu'il observe l'image finale A'B'. Qu'est-ce que cela implique ?
2. Tracez la marche de deux rayons lumineux intéressants issus de B et reçus par l'œil de l'observateur.
3. Exprimez le grandissement  $\gamma_1$  de la lentille L1 en fonction de  $f'_1$  et  $\overline{O_1A}$ . Application numérique.
4. Calculez  $\overline{O_1O_2}$ , l'encombrement de l'appareil entier. Application numérique.
5. Calculez en fonction de  $\gamma_1$ , AB et  $f'_2$  le diamètre angulaire  $\alpha'$  de l'image A'B', défini comme l'angle sous lequel l'observateur la voit. Application numérique.
6. Déduisez-en le grossissement G du microscope, défini par le rapport angulaire  $\alpha/\alpha_{\text{réf}}$ . Avec  $\alpha_{\text{réf}} = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ }^\circ$ .

### Détermination de la longueur d'onde d'une onde lumineuse (8pts)

Une source de laser  $S$  émet une lumière de longueur d'onde inconnue  $\lambda_0$  afin de déterminer la valeur de cette longueur d'onde, des étudiants utilisent un dispositif d'interférence de trous de Young. Devant la source de la lumière monochromatique ils ont placé un plan sur lequel il y a deux trous S1 et S2. Les deux trous sont séparés d'une distance  $a = 0,5 \text{ mm}$ . La figure d'interférence est observée sur un écran placé à une distance  $D = 2 \text{ m}$  du plan des deux sources. Voir figure 1.

- 1 Indiquer les conditions pour que deux sources émettrices d'ondes S1 et S2 puissent interférer
- 2 Citer un dispositif d'interférence par division de front d'onde et un dispositif d'interférence par division d'amplitude.
- 3 Décrire la figure observée sur l'écran
- 4 Donner l'expression de la différence de marche  $\delta_0$  au point M (x) ?
- 5 Quelle est l'ordre d'interférence  $P$  au point M(X) ?
- 6 Donner l'expression de l'intensité lumineuse  $I$  au point M(x)
- 7 Que représente l'interfrange  $di$  et quelle est son expression ?
- 8 Quelle est la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_0$  si l'interfrange  $di$  est égale à  $2,5 \text{ mm}$ .

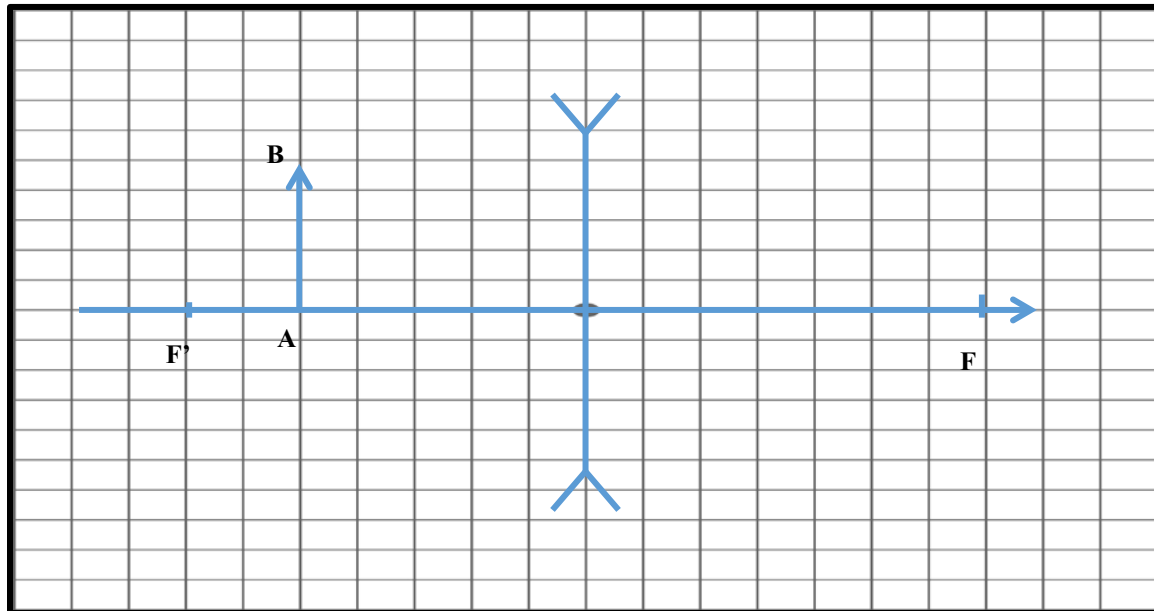
On remplace les fentes par deux sources lumineuses, l'une produit une lumière rouge, la seconde une lumière bleue. Préciser ce qu'on observe sur l'écran.



Université E'Mhamed Bougara Boumerdesse - Faculté des sciences-Département physique

### Rattrapage d'Optique : SM (2014-2015)

**Exercice 1 :** Tracer l'image de l'objet AB et donner ses caractéristiques :



**Exercice 2 : Détermination de la longueur d'onde d'une onde lumineuse**

Une source de laser  $S$  émet une lumière de longueur d'onde inconnue  $\lambda_0$  afin de déterminer la valeur de cette longueur d'onde, des étudiants utilisent un dispositif d'interférence de trous de Young. Devant la source de la lumière monochromatique ils ont placé un plan sur lequel il y a deux trous S1 et S2. Les deux trous sont séparés d'une distance  $a=0,5mm$ . La figure d'interférence est observée sur un écran placé à une distance  $D=2m$  du plan des deux sources. Voir figure 1.

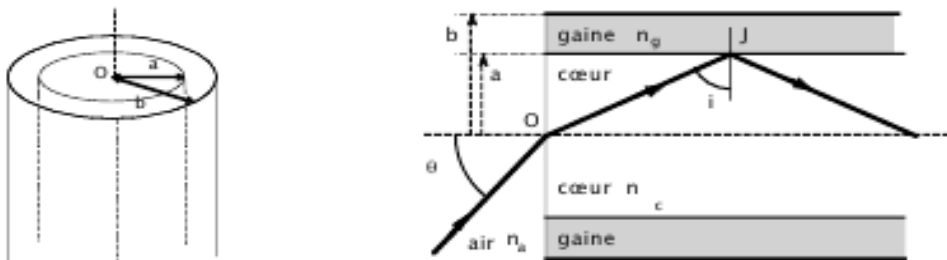
- 9 Décrire la figure observée sur l'écran
- 10 Donner l'expression de la différence de marche  $\delta_0$  au point M (x) ?
- 11 Quelle est l'ordre d'interférence  $P$  au point M(X) ?
- 12 Donner l'expression de l'intensité lumineuse  $I$  au point M(x)
- 13 Que représente l'interfrange  $di$  et quelle est son expression ?
- 14 Quelle est la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_0$  si l'interfrange  $di$  est égale à  $2,5mm$ .
- 15 On remplace les fentes par deux sources lumineuses, l'une produit une lumière rouge, la seconde une lumière bleue. Préciser ce qu'on observe sur l'écran.



### Exercice 3 :

Une fibre optique à saut d'indice est constituée d'un cœur (cylindre très long de diamètre très faible) et d'une gaine (tube de matière transparente qui entoure le cœur). On appelle ouverture numérique ON de la fibre, le sinus de l'angle d'incidence maximal  $\theta_{\text{Max}}$  pour lequel les rayons qui pénètrent dans le cœur sont transmis jusqu'à la sortie.

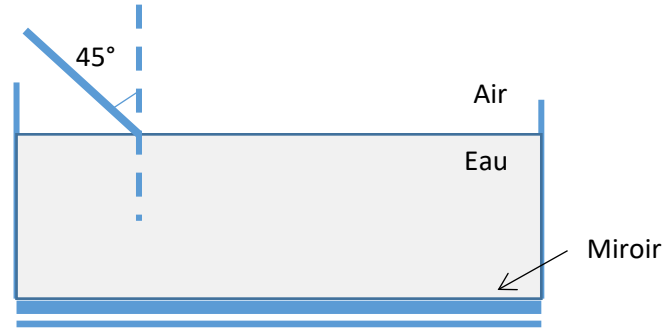
Un rayon lumineux arrive au centre O du cœur de la fibre avec un angle d'incidence  $\theta$ . Il pénètre dans la fibre et rencontre la gaine, pour la première fois, au point J, sous l'angle d'incidence  $i$  comme représenté ci-dessous.



- 1) Indiquer quelle condition doit satisfaire l'angle  $i$  pour que le rayon soit totalement réfléchi au point J ;
- 2) En déduire qu'elle est l'angle  $\theta$  que doit faire le rayon pour rentrer dans la fibre.
- 3) Donner l'expression de ON pour une fibre en fonction de  $n_c$  (indice du cœur) et  $n_g$  (indice de la gaine). Faire l'application numérique pour  $n_c = 1,48$  et  $n_g = 1,46$ .

**Exercice 4 :**

Un faisceau lumineux fin arrive sur la surface d'eau d'un aquarium sous un angle de  $45^\circ$ . Le rayon réfracté touche au fond de l'aquarium un miroir horizontal qui le réfléchit vers la surface de l'eau où il est réfracté lors du passage dans l'air. L'indice de réfraction de l'eau vaut  $n = 1,33$ .



- Tracer la marche du rayon lumineux
- Indiquer et donner la valeur des angles d'incidence, de réfraction et de réflexion
- Quel angle mesure-t-on entre le rayon incident et le rayon sortant de l'eau ?
- Quelle est la distance entre les deux points à la surface de l'eau par lesquels la lumière entre et sort respectivement, si l'eau a une profondeur de 15 cm ?

## TEST 1 (Optique Géométrique) SM1 2014-2015

### Exercice1

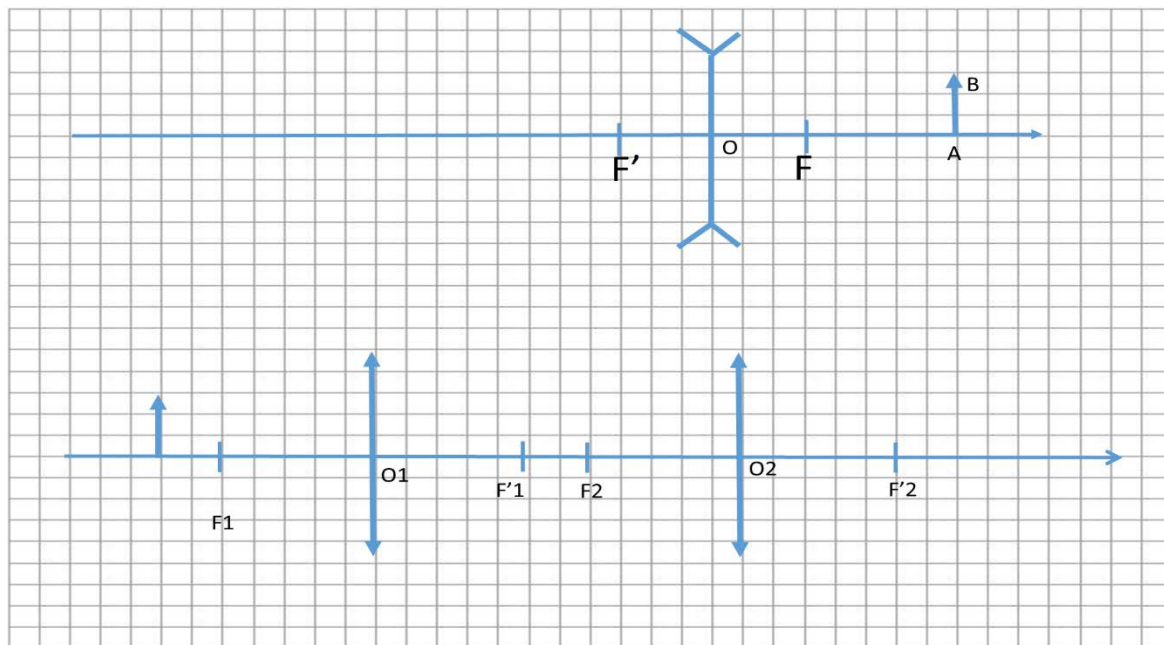
Le centre O d'un système optique est son propre conjugué.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
	<input type="checkbox"/> b. Faux	
F et F <sub>DLE</sub> sont conjugués.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
	<input type="checkbox"/> b. Faux	
Une lentille divergente ne donne que des images virtuelles.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
	<input type="checkbox"/> b. Faux	

### Exercice2:

Un timbre-poste est observé à travers une lentille de vergence  $-4 \delta$ .

- a- Montrer que cette lentille donne toujours d'un objet réel une image virtuelle.
- b- Où situer l'objet par rapport à la lentille pour que l'image qu'elle en donne ait le grandissement 0,5 ?

Construire les images de l'objets AB et déduire le grandissement dans les deux cas ci-dessous



### TEST 1 (Optique Géométrique) SM2 2014-2015

#### Exercice1 :

Aux petits angles, la relation de réfraction de Snell-Descartes devient $n_1 i_1 = n_2 i_2$ avec des angles mesurés en radian.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
	<input type="checkbox"/> b. Faux	
F est dans l'espace image.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
	<input type="checkbox"/> b. Faux	
Un faisceau lumineux parallèle émerge d'une lentille en convergeant.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
	<input type="checkbox"/> b. Faux	

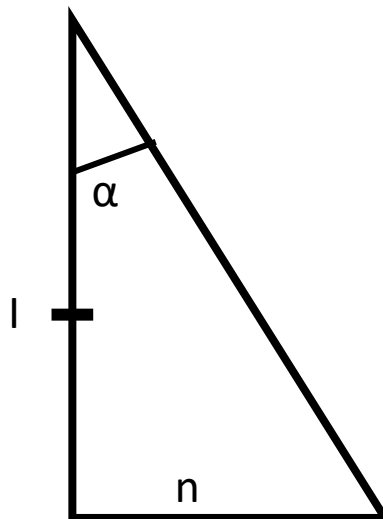
#### Exercice 2:

Un rayon de lumière tombe sous incidence normale en point I sur la face d'entrée d'un prisme de petit angle au sommet  $\alpha$ , d'indice  $n$ .

1. Représenter sur un schéma le faisceau émergent du prisme, dans un plan de section principale.
2. Exprimer l'angle de déviation  $D$  du faisceau par le prisme en fonction des paramètres  $\alpha$  et  $n$  du prisme en tenant compte de la faible valeur de l'angle  $\alpha$ .
3. Calculer numériquement l'angle de déviation  $D$ .

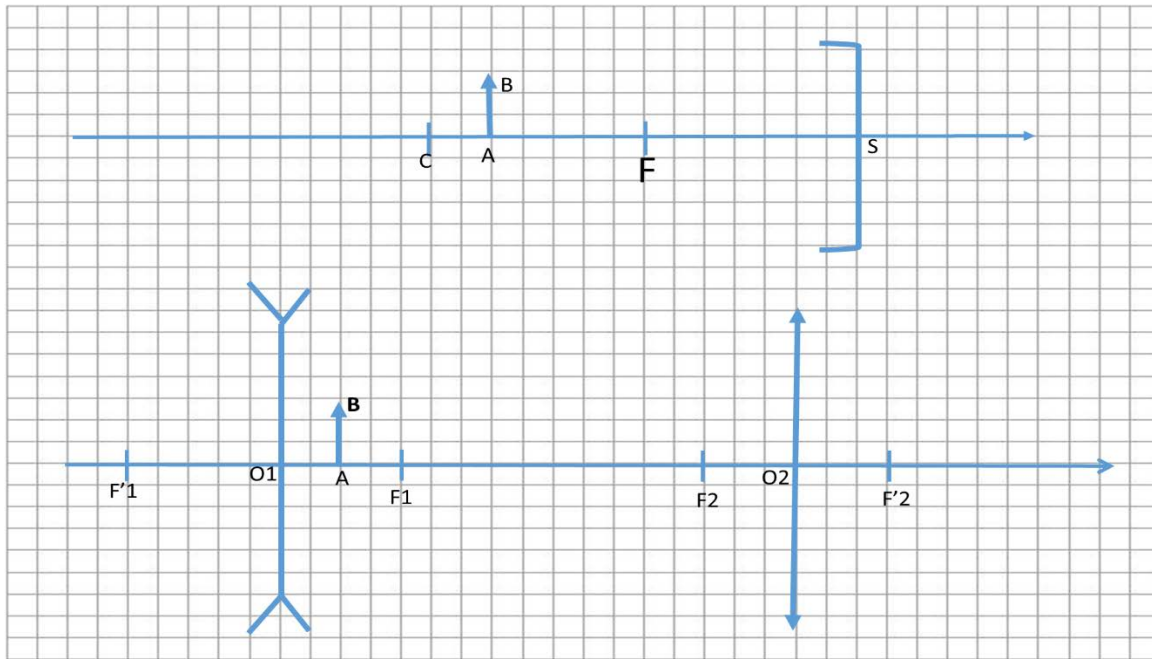
Données numériques :  $\alpha = 2,90 \cdot 10^{-3}$  rad ;  $n = 1,500$ .

On rappelle que pour les petits angles  $\sin \alpha \approx \alpha$  en radian.





Construire les images de l'objets AB et déduire le grandissement dans les deux cas ci-dessous



### TEST 1 (Optique Géométrique) SM3 2014-2015

#### Exercice1 :

Lors d'une réflexion, $D = i_2 - i_1$ quelle que soit l'orientation choisie.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	
$D = 2i$ lors d'une réflexion.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	
Sur un banc d'optique, on peut lire les distances utilisées dans les formules de Descartes mais pas dans celles de Newton	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	

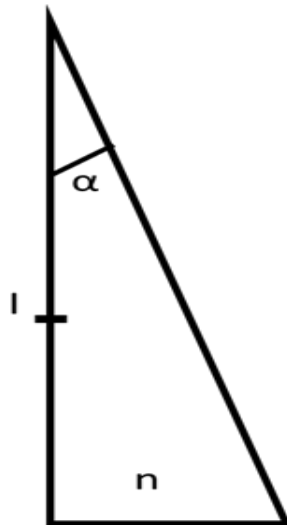
#### Exercice2 :

Un rayon de lumière tombe sous incidence normale en point I sur la face d'entrée d'un prisme de petit angle au sommet  $\alpha$ , d'indice  $n$ .

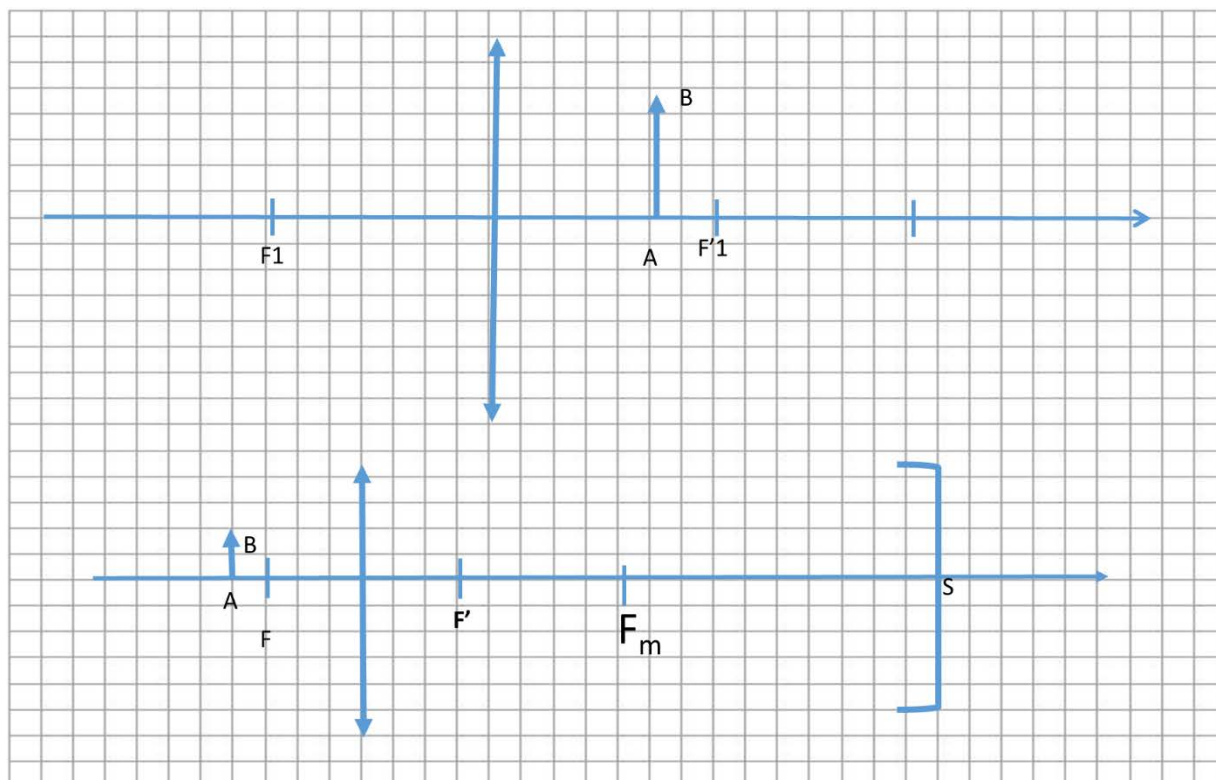
1. Représenter sur un schéma le faisceau émergent du prisme, dans un plan de section principale.
2. Exprimer l'angle de déviation  $D$  du faisceau par le prisme en fonction des paramètres  $\alpha$  et  $n$  du prisme en tenant compte de la faible valeur de l'angle  $\alpha$ .
3. Calculer numériquement la valeur de l'indice  $n$ .

Données numériques :  $\alpha = 2,90 \cdot 10^{-3}$  rad ;  $D = 1,45 \cdot 10^{-3}$  rad.

On rappelle que pour les petits angles  $\sin \alpha \approx \alpha$  en radian.



Construire les images de l'objet AB et déduire le grandissement dans les deux cas ci-dessous



### **TEST 1 (Optique Géométrique) SM4 2014-2015**

#### **Exercice1**

Si $n_1 > n_2$ , la réfraction est toujours possible	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	
Si $n_1 < n_2$ , la réfraction n'est jamais possible.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	
Pour le miroir concave l'image est plus grande que l'objet	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	

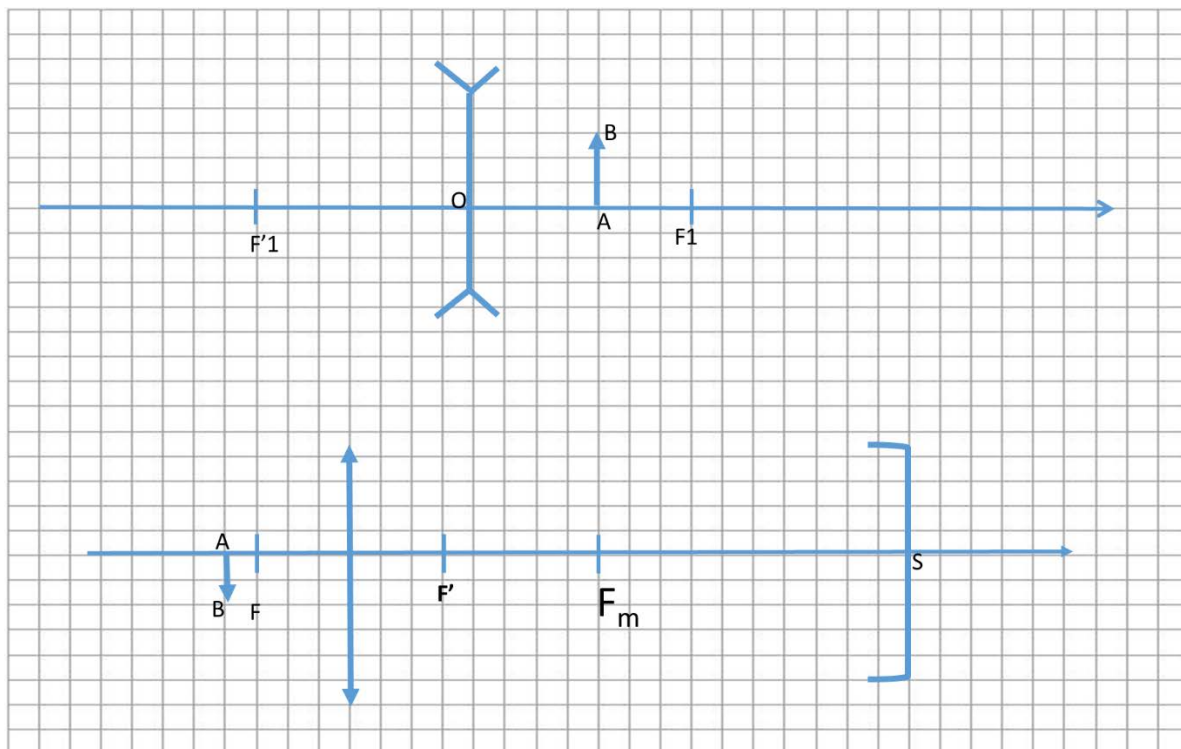
#### **Exercice2 :**

Quelle distance focale une lentille doit-elle avoir pour qu'un objet à une distance de 3,12 m et d'une taille de 1,2 m soit représenté sur une image avec une taille de 10 cm ?

Quelle est la valeur du grandissement ?

#### **Exercice3**

Construire les images de l'objets AB et déduire le grandissement dans les deux cas ci-dessous



### TEST 1 (Optique Géométrique) SM5 2014-2015

#### Exercice1

1/ Les rayons réfléchis et réfractés sont tous deux dans le plan d'incidence	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	
7/ Les foyers sont symétriques par rapport à la lentille.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	
11/ Une lentille convergente ne forme que des images réelles.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	<input type="checkbox"/> b. Faux	

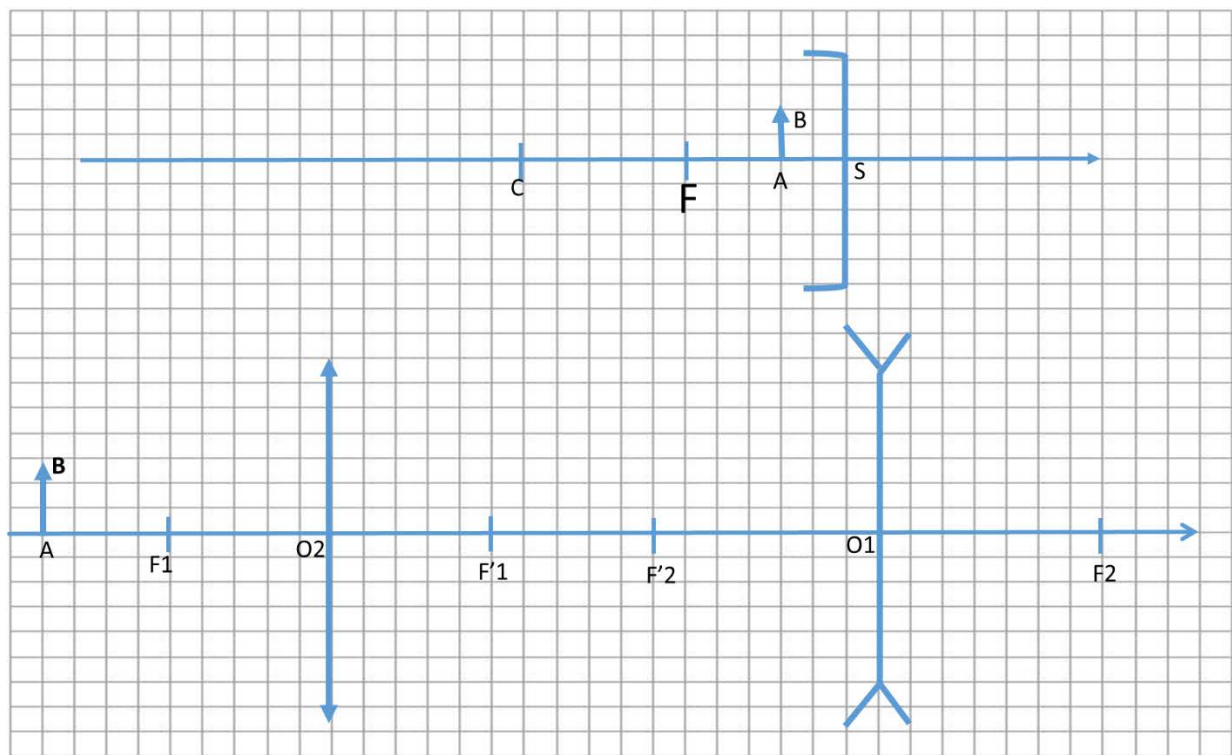
#### Exercice2:

Quelle distance focale une lentille doit-elle avoir pour qu'un objet à une distance de **6,24 m** et d'une taille de **2,4 m** soit représenté sur une image avec une taille de **20 cm** ?

Quelle est la valeur du grandissement ?

#### Exercice 3

Construire les images de l'objets AB et déduire le grandissement dans les deux cas ci-dessous

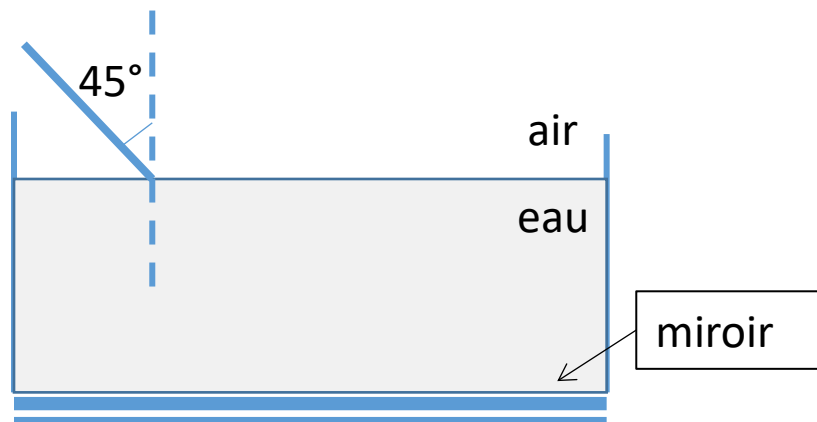


# MODULE PHYSIQUE SNV

## TEST

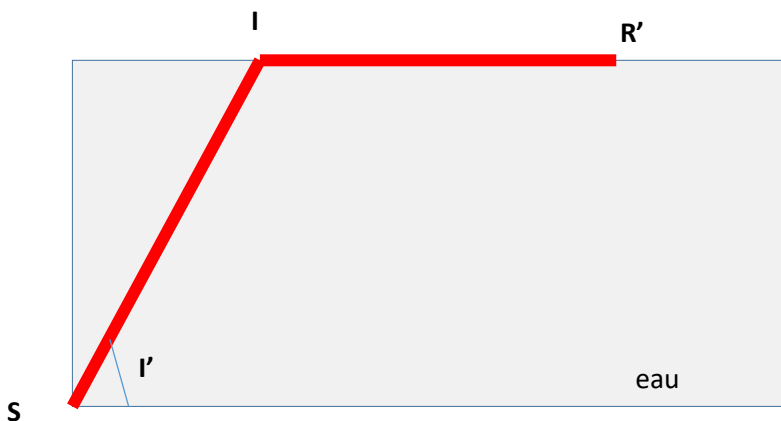
### SNV 2014-2015 module : Physique Test 2 A

Un faisceau lumineux fin arrive sur la surface d'eau d'un aquarium sous un angle de  $45^\circ$ . Le rayon réfracté touche au fond de l'aquarium un miroir horizontal qui le réfléchit vers la surface de l'eau où il est réfracté lors du passage dans l'air. L'indice de réfraction de l'eau vaut  $n = 1,33$ .



- Tracer la marche du rayon lumineux
- Indiquer et donner la valeur des angles d'incidence, de réfraction et de réflexion
- Quel angle mesure-t-on entre le rayon incident et le rayon sortant de l'eau ?
- Quelle est la distance entre les deux points à la surface de l'eau par lesquels la lumière entre et sort respectivement, si l'eau a une profondeur de 15 cm ?

### SNV 2014-2015 module : Physique Test2 B

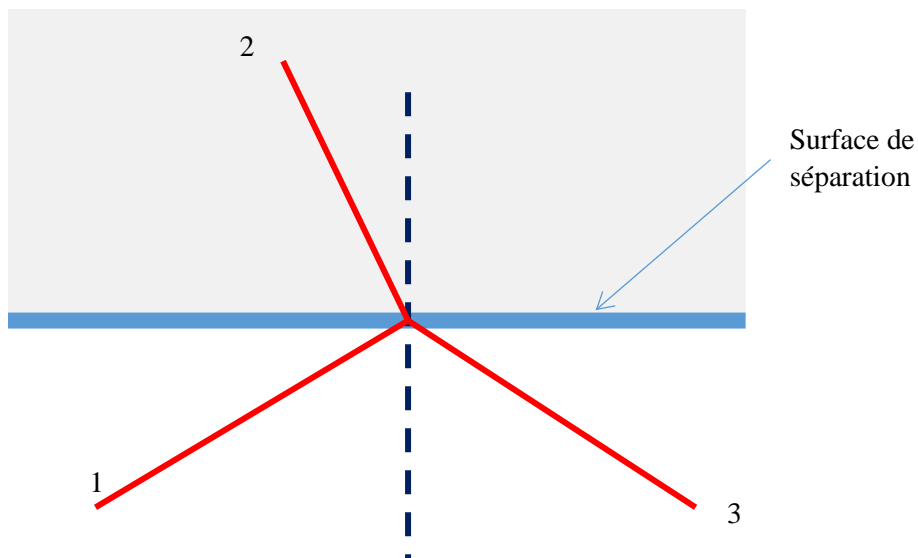


On veut installer au fond d'une piscine une source de lumière  $S$ , produisant un pinceau lumineux  $SI$ , qui éclaire horizontalement la surface de l'eau. On veut connaître la valeur de l'angle  $i'$ , entre le fond de la piscine et le pinceau pour obtenir cet effet.

- Reproduire le schéma ci-dessus et indiquer : la normale au point d'incidence, l'angle d'incidence  $i_1$  et l'angle de réfraction  $i_2$ .
- Indiquer la valeur de  $i_2$  et calculer la valeur de  $i_1$ .
- En déduire la valeur de l'angle  $i'$ .
- Données : indice de l'air :  $n_a = 1,00$  ;
- Indice de l'eau :  $n_e = 1,33$

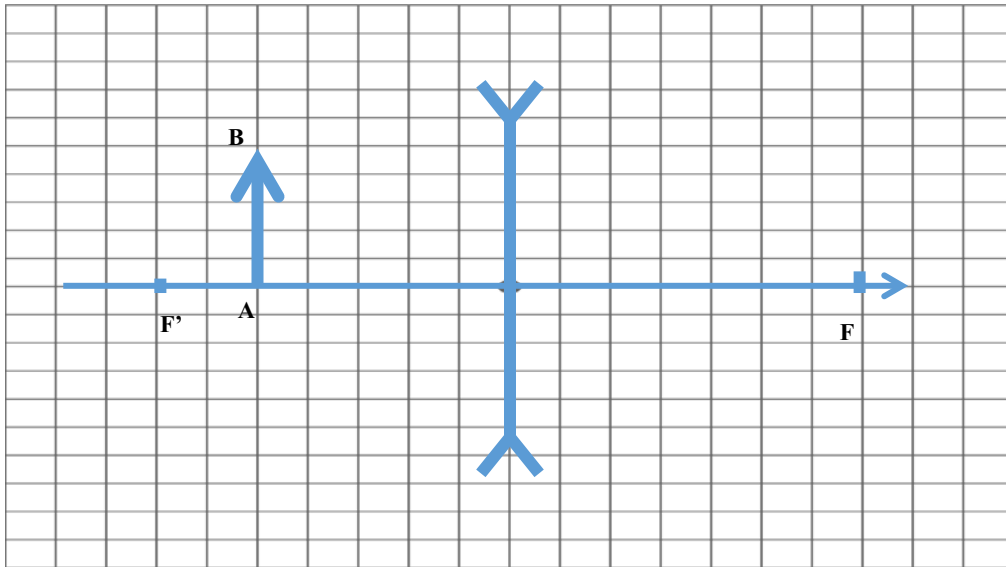
### SNV 2014-2015 module : Physique Test 2 C

1/ La figure ci-dessous montre le trajet d'un rayon lumineux passant du verre dans l'air.



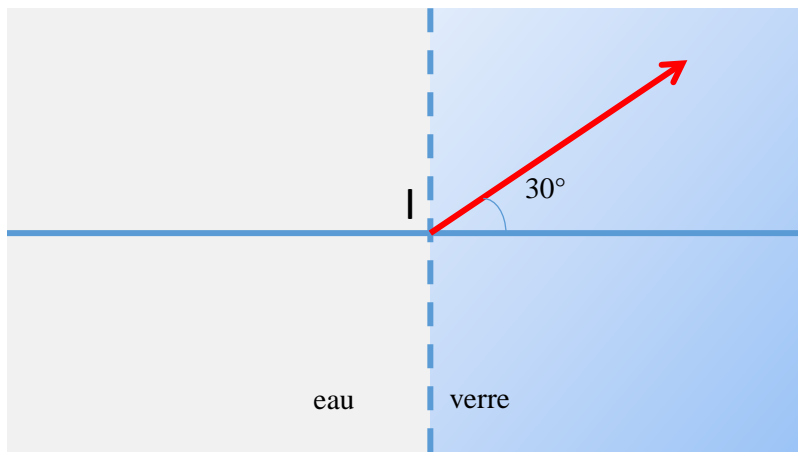
- De quel côté de la surface de séparation le verre se trouve-t-il ?
- Indique la position respective des rayons incident, réfléchi et réfracté !
- Sur un schéma, indique la position respective des angles d'incidence, de réflexion et de réfraction

2/ Tracer l'image de l'objet AB et donner ses caractéristiques



**SNV 2014-2015 module : Physique Test 2 D**

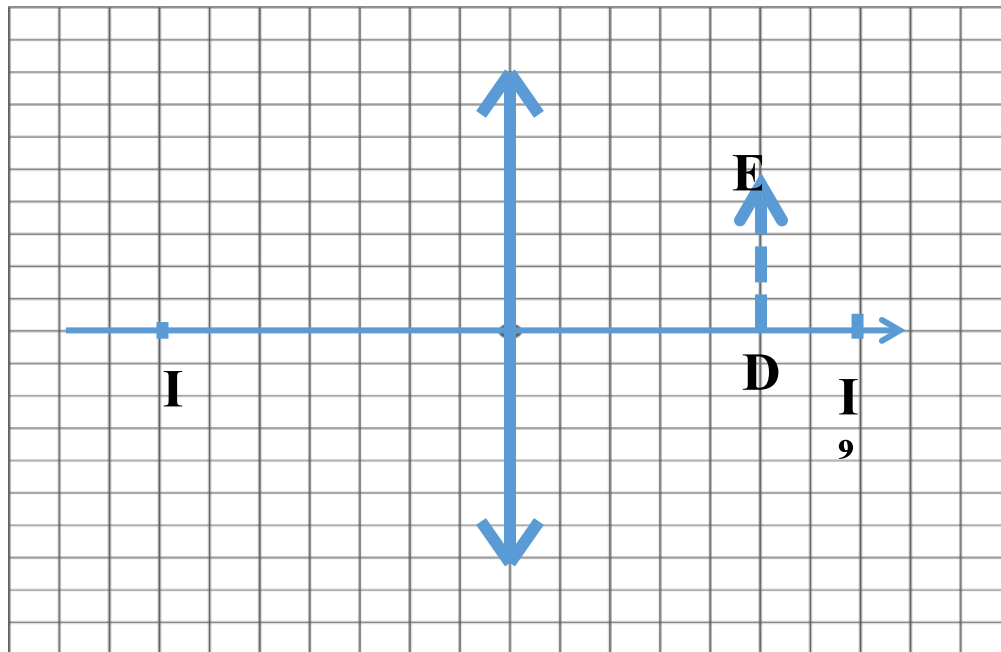
On considère le dioptre eau/air. Un rayon incident arrive sur ce dioptre au point d'incidence I. L'angle de réfraction est égal à  $30,0^\circ$ . Pour les radiations utilisées, l'indice de l'eau est égal à 1,33 et celui du verre 1,52.



- Le rayon figurant sur le schéma est-il le rayon incident ou bien le rayon réfracté ?
- En utilisant la loi de Snell-Descartes, calculer la valeur de l'angle inconnue.
- Reprendre le schéma en traçant la marche du rayon lumineux



2/ Tracer l'image de l'objet AB et donner ses caractéristiques



**Test 1 module : Physique SNV sujet A**

Pour mesurer une résistance inconnue  $R$  des étudiants ont utilisés un voltmètre et un ampèremètre.

Le voltmètre affiche une tension de  $U = 8,4V$  et l'ampèremètre affiche une intensité de courant égale à  $i = 4A$ .

1. Sachant que  $U = R \cdot i$  donner la dimension et l'unité (SI) de la résistance  $R$ .
2. Quelle est la valeur de la résistance  $R$  ? Écrire la valeur de la résistance  $R$  sous la forme :  $R = (\& \& . \pm \& .) \Omega$ , sachant que l'incertitude relative du voltmètre est de 2%, et celle de l'ampèremètre est de 3%.

**Test 1 module : Physique SNV sujet B**

Soit un ampèremètre portant la mention (2%) est utilisé afin de mesurer le courant traversant une résistance  $R = 10 \pm 2\Omega$  et de retrouver la puissance dissipée par cette résistance.

1. Que représentent (2%) ?
2. L'ampèremètre affiche une intensité  $i = 2A$ . Calculer  $i$ .
3. Sachant que la puissance  $P = R \cdot i^2$ . Quelle est la valeur de  $P$  et la valeur de  $P$ .

### Test 1 module : Physique SNV sujet C

Le volume d'un liquide qui se trouve dans un cylindre est donné par la relation suivante :

$$V = (h1 - h2) * \pi * \left(\frac{D}{2}\right)^2$$

Où  $h1$  et  $h2$  sont les niveaux initial et final du liquide et  $D$  le diamètre du cylindre.

1. Donner la dimension et l'unité (SI) de  $V$
2. Si  $h1 = 2$  m,  $h2 = 3$  m et  $D = 2$  m calculer  $V$ .
3. Quelle est la valeur de  $\Delta h1$ ,  $\Delta h2$  et  $\Delta D$  si l'erreur possible sur chaque mesure de  $h1$ ,  $h2$  et  $d$  est de  $\pm 1\%$ .
4. Estimer l'erreur possible sur la valeur calculée de  $V$ .

### Test 1 module : Physique SNV sujet D

La densité d'un liquide de masse  $m$  et qui se trouve dans un réservoir de section rectangulaire est donnée par la formule suivante :

$$D = \frac{m}{a * b * c}$$

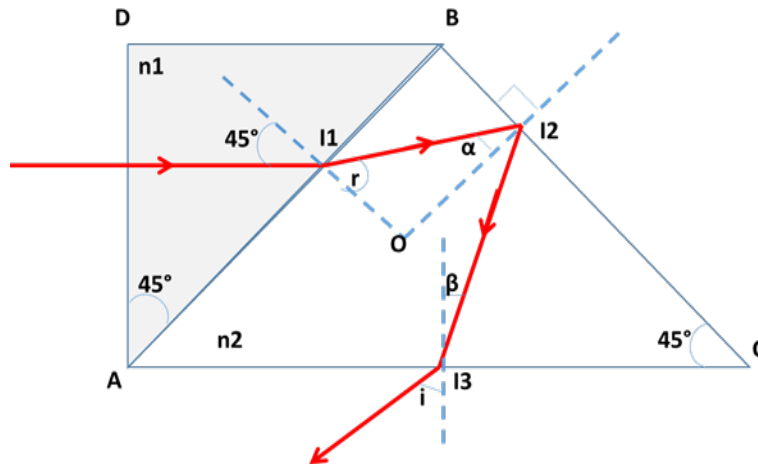
$a$  est la longueur,  $b$  est la largeur et  $c$  est la profondeur du réservoir.

1. Donner la dimension et l'unité (SI) de  $D$ .
2. Calculer la densité du liquide  $D$ .
3. Quelle est la valeur de  $\Delta a$ ,  $\Delta b$ ,  $\Delta c$ , et  $\Delta m$ , si les erreurs possibles des mesures sur  $a$ ,  $b$ ,  $c$  et  $m$  sont respectivement : 1%, 1%, 2% et 0.5%.
4. Déterminer alors l'erreur possible sur la valeur calculée de  $D$ .

## **Solutions**

# 1/ Solution de l'examen d'optique 2014-2015

Détermination de l'indice de réfraction d'un prisme :5pts



- 1) Relation de Snell-Descartes en I1 et I3

En I1 :  $n_1 \sin 45^\circ = n_2 \sin r$  .....eq(1)

0,5pt

En I3  $n_2 \sin \beta = \sin i$  .....eq(2)

0,5pt

- 2) La normale I2O et la normale I1O sont perpendiculaires entre elles. De plus dans le triangle I1I2O on a

$\alpha + r = \pi/2$  .....eq(3)

0,75pt

De plus avec le triangle I2CI3 on établit :

$\widehat{CI_2I_3} + \widehat{CI_3I_2} + 45^\circ = \pi$

$\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) + \left(\frac{\pi}{2} - \beta\right) + \left(\frac{\pi}{4}\right) = \pi$

$\alpha + \beta = \pi/4$  .....eq(4)

0,75pt

- 3) La condition de réflexion limite (avec phénomène de réfraction) en I2 s'écrit :

$n_2 \sin \alpha = 1$  .....eq(5)

0,5pt

- 4) Grâce à l'équation (1) et (3) la relation (5) conduit à :

$n_1^2 = 2(n_2^2 - 1)$  .....eq(6)

1,5pt

AN :  $n_1 = 1,58$

0,5pt

## Microscope : 7pts

Comme souvent quand l'objet ou l'image est rejeté à l'infini vous devez vous attendre à avoir des questions sur le grossissement (puisque le grandissement n'est pas défini).

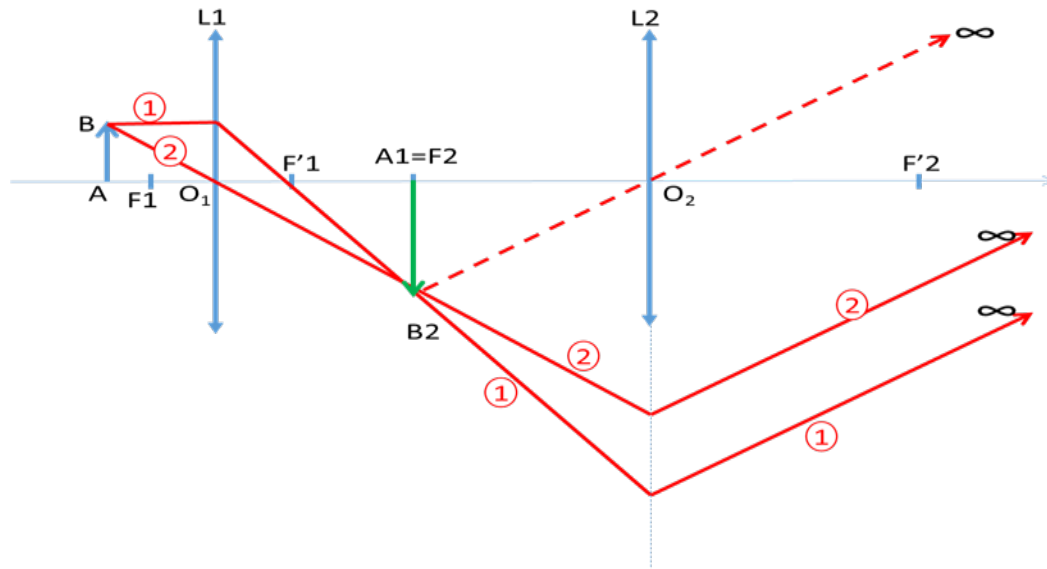
- 1 Avec les notations de l'énoncé, le problème peut s'écrire

$A \xrightarrow{L1} A1 \xrightarrow{L2} A'$ . Si  $A'B'$  peut être observée sans accommodation, c'est qu'elle est rejetée à l'infini. Donc l'objet conjugué d' $A'$ , pour  $L2$  est son foyer objet  $F2$  :

$A \xrightarrow{L1} A1=F2 \xrightarrow{L2} A'\infty$ .

0,5pt

- 2 La figure si dessous montre un exemple de construction : 2pts



- 3 Le grandissement  $\gamma_1 = \frac{\overline{A_1B_1}}{\overline{AB}}$  peut s'écrire avec origine au centre :

1,5pts

$\gamma_1 = \frac{\overline{O_1A_1}}{\overline{O_1A}}$ . Utilisons la relation de conjugaison avec origine au centre pour éliminer  $\overline{O_1A_1}$  :

$$\frac{1}{\overline{O_1A_1}} - \frac{1}{\overline{O_1A}} = \frac{1}{f'_1} \Rightarrow \overline{O_1A_1} = \frac{f'_1 * \overline{O_1A}}{f'_1 + \overline{O_1A}}$$

$$\gamma_1 = \frac{f'_1}{f'_1 + \overline{O_1A}} = -50$$

- 4 La relation de Châles sur l'axe optique donne : 1,5pts

$$\begin{aligned} \overline{O_1O_2} &= \overline{O_1A_1} + \overline{A_1O_2} \\ &= \frac{f'_1 * \overline{O_1A}}{f'_1 + \overline{O_1A}} + f'_2 \quad \text{AN: } \overline{O_1O_2} = 27,5\text{cm} \end{aligned}$$

- 5 D'après la figure et dans les conditions de Gauss : 1pt

$$\alpha' = \frac{A_1B_1}{f'_2} = \frac{|\gamma_1| * AB}{f'_2} = 0,25 \text{ rad}$$

- 6  $G = \frac{\alpha'}{\alpha_{ref}} = 625$  0,5pt

## Détermination de la longueur d'onde d'une onde lumineuse : 8pts

1/ Les phénomènes d'interférences résultent de la superposition de 2 ondes lumineuses. Ils ne peuvent se produire que lorsque les conditions suivantes sont réalisées : **1pt**

- Les ondes sont cohérentes spatialement et temporellement.
- Elles ont même fréquence, et donc même longueur d'onde,
- Elles ont même direction de propagation sont parallèles,
- Elles ont même amplitude, ou presque.

2 / Il existe beaucoup de dispositifs interférentiels à deux ondes. Il suffit de citer un parmi les plus connus

A/ Dispositif d'interférence par division de front d'onde

**0,5pt**

- Les trous de Young.
- Les miroirs de Fresnel.
- Les Bi-prismes de Fresnel.
- Les Bi-lentilles de Billet.
- Les miroirs de Lloyd.

B/Division d'interférence par division d'amplitude :

**0,5pt**

- lame à face parallèle.
- lame à face non parallèle (coin d'air).
- Anneaux de Newton.
- L'interféromètre de Fabry-Pérot.
- L'interféromètre de Michelson.

3/ Nous observons sur l'écran une alternance entre des franges brillantes et des franges sombres. **0,5pt**

4/ La différence de marche  $\delta$  entre deux rayons est donnée par :  $\delta = S1M - S2M = \frac{ax}{D}$  **1pt**

5/ L'ordre d'interférence :  $P = \frac{\delta}{\lambda_0} = \frac{ax}{\lambda_0 D}$  **0,5pt**

6/ l'intensité en point M(x) est donnée par : **1pt**

$$I = 2 * I_0 \left[ 1 + \cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_0}\right) \right] \text{ ou bien sous la forme suivante : } I = 4I_0 \left[ \cos\left(\frac{\pi\delta}{\lambda_0}\right) \right]^2$$

7/ L'interfrange est la distance qui sépare deux franges brillantes (ou bien sombres) successives son expression est donnée comme suit : **1pt**

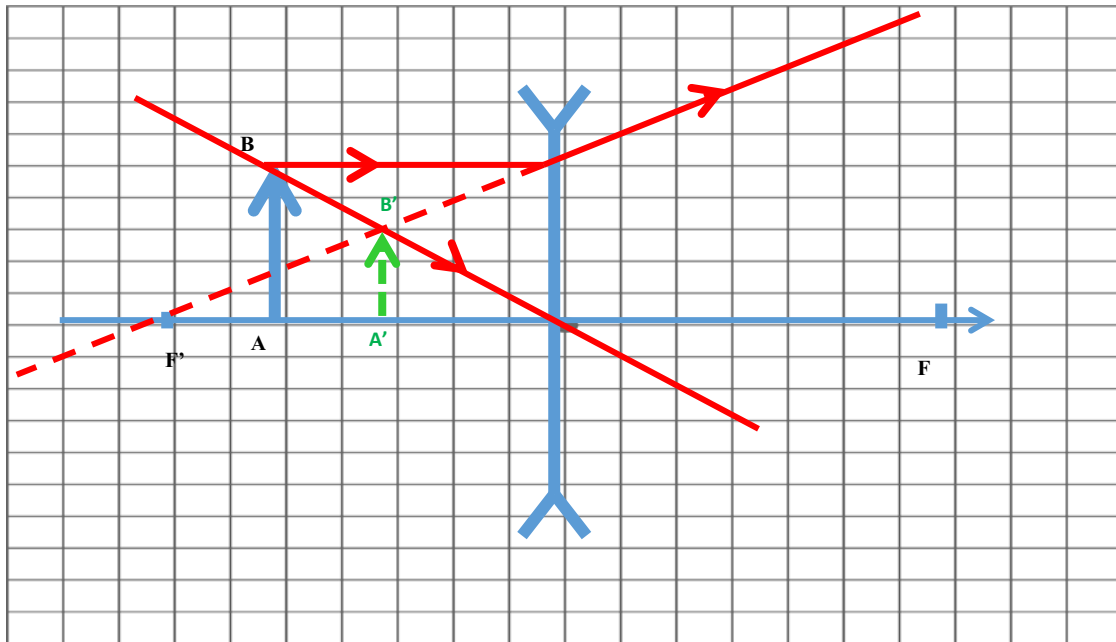
$$di = x_{p+1} - x_p = \frac{\lambda D}{a}$$

8/  $di = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a * di}{D}$  AN » 625nm. **1pt**

9/ Les deux lumières sont différentes ils n'ont pas la même longueur d'onde (ils sont incohérents) ils ne peuvent pas interférer, par conséquent on observe sur l'écran deux taches rouge et bleu et une partie où il y a un mélange des deux (une couleur vers le violet). **1pt**

## Corrigé rattrapage :

### Exercice1 :



- Image est : Virtuelle, droite et plus petite  $A'B' = 3$

### Exercice 2

3/ nous observons sur l'écran une alternance entre des franges brillantes et des franges sombres.

4/ la différence de marche  $\delta$  entre deux rayons est donnée par :  $\delta = S_1M - S_2M = \frac{ax}{D}$

5/ l'ordre d'interférence :  $P = \frac{\delta}{\lambda_0} = \frac{ax}{\lambda_0 D}$

6/ l'intensité en point M(x) est donnée par :

$$I = 2 * I_0 \left[ 1 + \cos\left(\frac{2\pi\delta}{\lambda_0}\right) \right] \text{ ou bien sous la forme suivante : } I = 4I_0 \left[ \cos\left(\frac{\pi\delta}{\lambda_0}\right) \right]^2$$

7/ l'interfrange est la distance qui sépare deux frange brillantes (ou bien sombre) successives son expression est donnée comme suit :

$$di = x_{p+1} - x_p = \frac{\lambda D}{a}$$

8/  $di = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow \lambda = \frac{a \cdot di}{D}$  AN » 625nm.

9/ les deux lumières sont différentes ils n'ont pas la même longueur d'onde (ils sont incohérents) ils ne peuvent pas interférer, par conséquent on observe sur l'écran deux taches rouge et bleu et une partie où il y a un mélange des deux (une couleur vers le violet).

### Exercice 3

1/ On recherche d'abord l'angle limite en J.

$n_c \sin i = n_g \sin i_g$  et  $i_g = 90^\circ$  (milieu plus réfringent vers milieu moins réfringent. On trouve

$i = 81,89^\circ$ . Or  $r + i = 90^\circ$  d'où  $r = 8,1^\circ$ .

2/ On applique à nouveau la formule de Descartes :

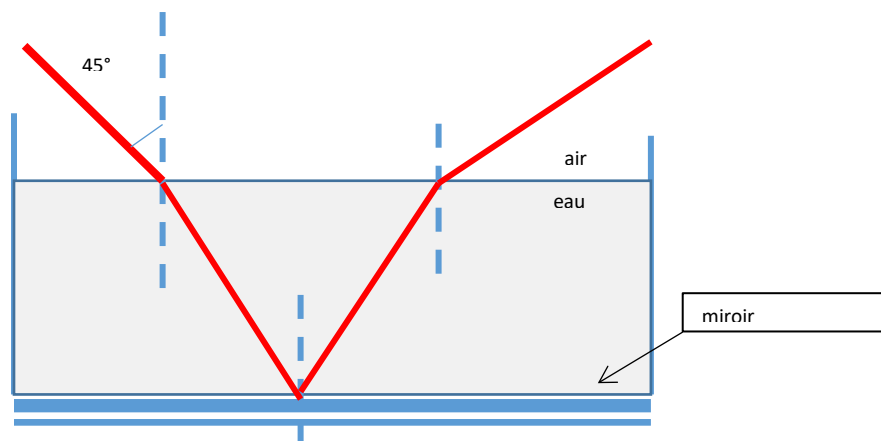
$n_a \sin \theta = n_c \sin r$  et on trouve  $\theta = 12,2^\circ$ . C'est la valeur de l'angle d'incidence à donner au rayonnement pour avoir réflexion totale en J.

3/  $ON = \sin \theta_{\max} = n_c \sin r = n_c \sin(90 - i) = n_c \cos i$

Or  $(\sin i)^2 + (\cos i)^2 = 1$  d'où  $(n_g/n_c)^2 + (ON/n_c)^2 = 1$  donc  $ON = \sqrt{n_c^2 - n_g^2}$

AN:  $ON = 0.24$

### Exercice 4 :



1/

- Les angles d'incidences sont :  $i_1, r_2, r_4$
- Les angles de réfractions sont :  $r_1, r_3, i_2$
- Angle de réflexion :  $r_3$

2/  $i_2 = 45^\circ \Rightarrow \alpha = 2i_1 = 90^\circ$

3/  $d = 2x$  avec  $x = h \tan r$ . Nous avons :  $n_0 \sin i_1 = n \sin r_1 \Rightarrow r_1 = 32^\circ$  d'où  $x = 15 \text{ cm}$  et  $d = 18,33 \text{ cm}$



## Solution Test Optique géométrique SM1

### Exercice1

9/ O centre d'un système optique est son propre conjugué.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
10/ F et F' sont conjugués.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	
12/ Une lentille divergente ne donne que des images virtuelles.	<input type="checkbox"/> b. Faux	Pas pour un objet entre O et F

### Exercice2:

- a-  $V = -4 \delta$  : il s'agit d'une lentille divergente ( $f' = 1/C < 0$ )

L'objet est réel donc  $p < 0$ .

Relation de conjugaison : 
$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'} \quad \text{donc} \quad \frac{1}{OA'} = \frac{1}{OA} + \frac{1}{f'}$$

$OA < 0$  et  $f' < 0$  donc  $OA'$  est négatif et l'image est nécessairement virtuelle.

- b-  $f' = -25 \text{ cm}$

Utilisons les relations de conjugaison :  $v = +0,5$  d'où :  $OA' = 0,5 OA$

$$\frac{1}{0,5 \cdot OA} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

D'où :  $p = f' = -25 \text{ cm}$ . Il faut donc que l'objet soit dans le plan focal image

## Solution Test Optique géométrique SM2

### Exercice1 :

Aux petits angles, la relation de réfraction de Snell-Descartes devient $n_1 i_1 = n_2 i_2$ avec des angles mesurés en radian.	<input type="checkbox"/> a. Vrai	Si $i$ est calculé en radian
F est dans l'espace image.	<input type="checkbox"/> b. Faux	Pas pour une lentille convergente
Un faisceau lumineux parallèle émerge d'une lentille en convergeant.	<input type="checkbox"/> b. Faux	Pas pour une lentille divergente

### Exercice2:

Figure	<p>Comme on s'en aperçoit sur la figure, l'angle de déviation est <math>(i' - r')</math> avec <math>r'</math> angle d'incidence sur la face de sortie et <math>i'</math> angle de sortie du prisme. <math>r' = \alpha</math>, et <math>i'</math> est obtenu grâce à la loi de Snell-Descartes de la réfraction : <math>\sin(i') = n \cdot \sin(r')</math>. Comme nous sommes ici aux petits angles, on obtient par développement limité des sinus : <math>n \cdot \alpha = i'</math>. Finalement, on obtient : <math>D = (n-1) \cdot \alpha</math></p> <p>AN : <math>D = 1,45 \cdot 10^{-3} \text{ rad}</math></p>
--------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Solution Test Optique géométrique SM3

#### Exercice1:

Lors d'une réfraction, $D = i_2 - i_1$ quelle que soit l'orientation choisie.	<input checked="" type="checkbox"/> a. Vrai	Si les angles sont orientés
$D = 2i$ lors d'une réflexion.	<input checked="" type="checkbox"/> b. Faux	$D = \pi - 2i$
Sur un banc d'optique, on peut lire les distances utilisées dans les formules de Descartes mais pas dans celles de Newton	<input checked="" type="checkbox"/> a. Vrai	O est un point physiquement repérable sur le banc mais pas les foyers.

#### Exercice2:

Figure	<p>Comme on s'en aperçoit sur la figure, l'angle de déviation est <math>(i' - r')</math> avec <math>r'</math>, angle d'incidence sur la face de sortie et <math>i'</math>, angle de sortie du prisme. <math>r' = \alpha</math>. et <math>i'</math> est obtenu grâce à la loi de Snell-Descartes de la réfraction : <math>\sin(i') = n \cdot \sin(r')</math>. Comme nous sommes ici aux petits angles, on obtient par développement limité des sinus : <math>n \cdot \alpha = i'</math>. Finalement, on obtient : <math>D = (n-1) \cdot \alpha</math> d'où <math>n = D\alpha + 1</math></p> <p>AN <math>n = 1,5</math></p>
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Solution Test Optique géométrique SM4

### Exercice1 :

1/ Si $n_1 > n_2$ , la réfraction est toujours possible	<input type="checkbox"/> <b>b. Faux</b>	Pas au-delà de l'angle limite
2/ Si $n_1 < n_2$ , la réfraction n'est jamais possible.	<input type="checkbox"/> <b>b. Faux</b>	Elle est toujours possible
3/ Pour le miroir concave l'image est plus grande que l'objet	<input type="checkbox"/> <b>b. Faux</b>	Pas dans le cas où l'objet est placé devant le centre C du miroir

### Exercice2:

<p>En utilisant les règles de conjugaison : <math>\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}</math></p> <p><math>f' = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}</math> de plus <math>\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}</math> Donc <math>f' = \frac{\overline{OA'}}{\frac{1}{\gamma} - 1}</math></p> <p>AN : <math>\overline{OA} = -3,12m</math> <math>AB = 1,2m</math> <math>A'B' = 10 \cdot 10^{-2}m</math></p> <p>Dans le cas où l'image est réelle <math>\overline{OA'} &gt; 0</math> et <math>\gamma &gt; 0</math> donc <math>f' = +24 \text{ cm}</math>          Dans le cas où l'image est virtuelle <math>\overline{OA'} &lt; 0</math> et <math>\gamma &lt; 0</math> donc <math>f' = -28,4 \text{ cm}</math></p>		
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

## Solution Test Optique géométrique SM5

### Exercice1

1/ Les rayons réfléchis et réfractés sont tous deux dans le plan d'incidence	<input type="checkbox"/> <b>a. Vrai</b>	D'après les lois de Snell-Descartes
7/ Les foyers sont symétriques par rapport à la lentille.	<input type="checkbox"/> <b>a. Vrai</b>	
11/ Une lentille convergente ne forme que des images réelles.	<input type="checkbox"/> <b>b. Faux</b>	Pas pour un objet entre O et F

**Exercice2:**

en utilisant les règles de conjugaison :  $\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$

$$f' = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}} \quad \text{de plus} \quad \gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}} \quad \text{Donc} \quad f' = \frac{\overline{OA'}}{\frac{1}{\gamma} - 1}$$

AN :  $\overline{OA} = -6,24m$      $AB = 2,4m$      $A'B' = 20 \cdot 10^{-2}m$

Dans le cas où l'image est réelle  $\overline{OA'} > 0$  et  $\gamma > 0$  donc  $f' = +48 \text{ cm}$

Dans le cas où l'image est virtuelle  $\overline{OA'} < 0$  et  $\gamma < 0$  donc  $f' = -56,6 \text{ cm}$

**Solution Test2 (A) : SNV 2014-2015 module : Physique**

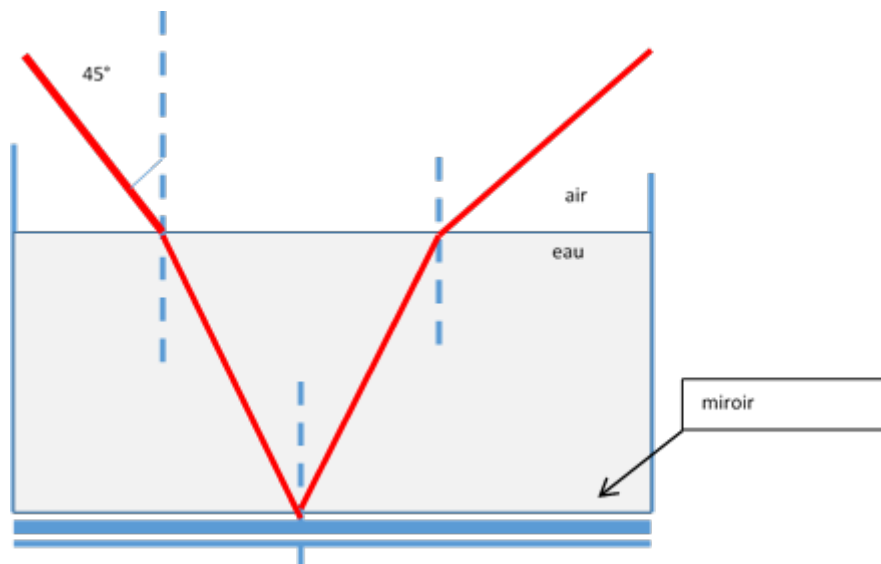
1/ Les angles d'incidences sont :  $i_1, r_2, r_4$

Les angles de réfractions sont :  $r_1, r_3, i_2$

Angle de réflexion :  $r_3$

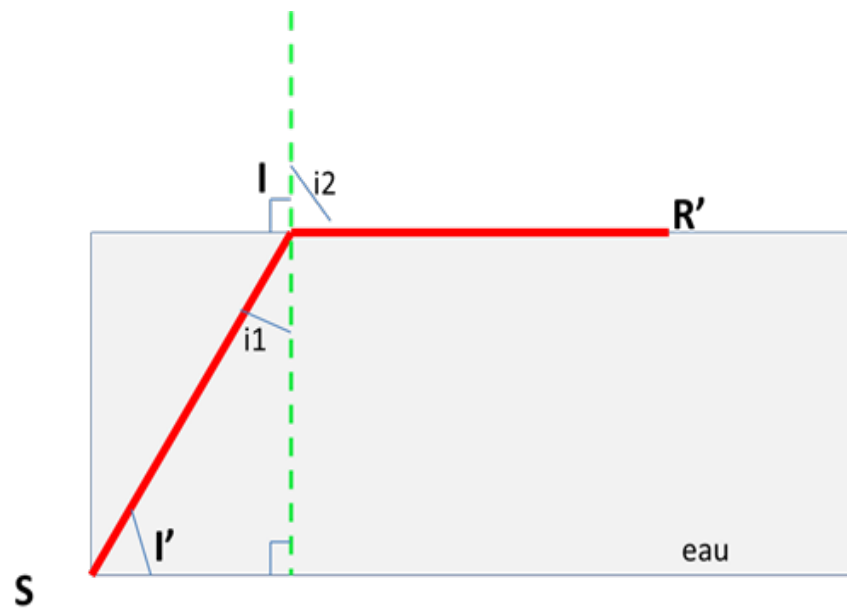
2/  $i_2 = 45^\circ \Rightarrow \alpha = 2i_1 = 90^\circ$

3/  $d = 2x$  avec  $x = h \tan r$ . Nous avons :  $n_0 \sin i_1 = n \sin r_1 \Rightarrow r_1 = 32^\circ$  d'où  $x = 15 \text{ cm}$  et  $d = 18,33 \text{ cm}$



**Solution Test2 (B) SNV 2014-2015 module : Physique**

**1/Schéma :**



A/  $i_2 = \pi/2$      $n_{\text{eau}} \cdot \sin i_1 = n_{\text{air}} \cdot \sin i_2 \Rightarrow \sin i_1 = \sin i_2 / n_{\text{eau}}$     AN  **$i_1 = 0.013^\circ$**

B/  $i_1 + I' = 90^\circ \Rightarrow I' = 90^\circ - i_1$     AN  **$I' = 89.9^\circ$** .

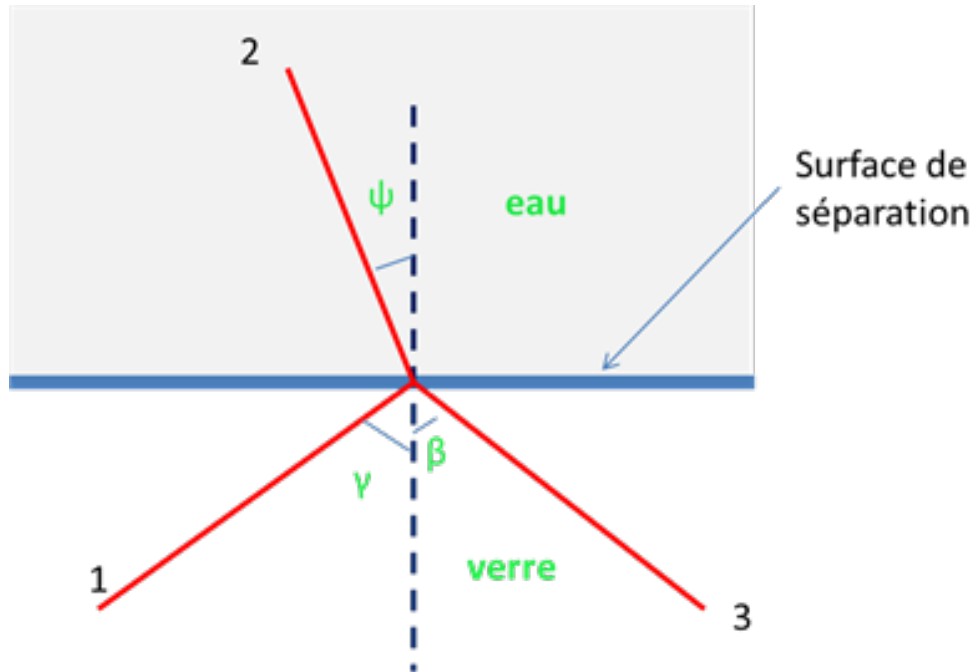
**Solution Test2 (C): SNV 2014-2015 module: Physique**

1/ le schéma:

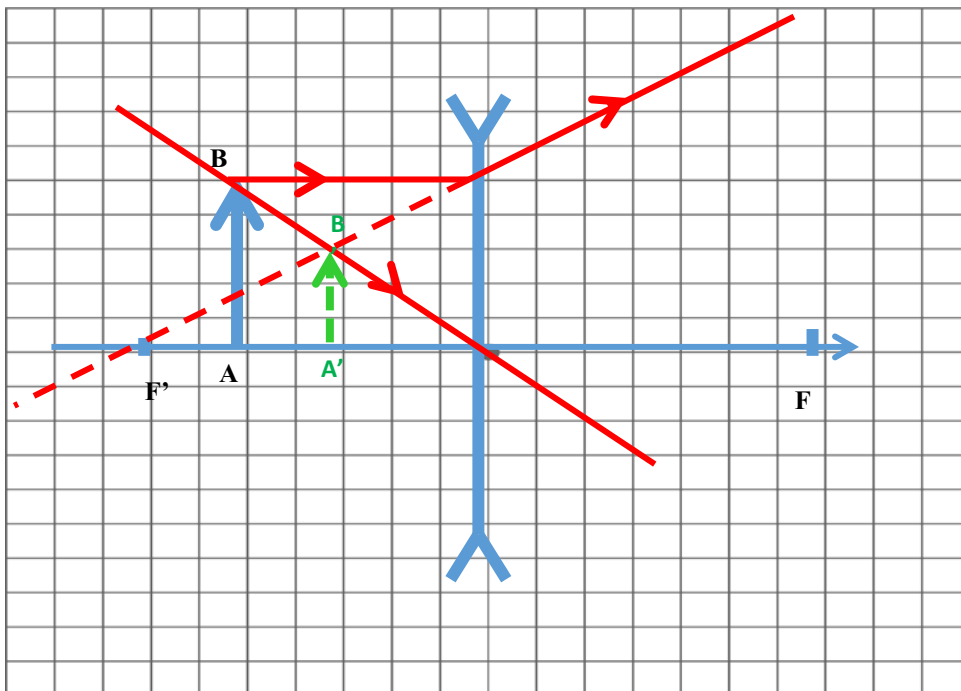
a) En bas: verre; en haut: air

b) (3) = rayon incident    (1) = rayon réfléchi    (2) = rayon réfracté

c)  $\beta$  = angle d'incidence     $\gamma$  = angle de réflexion    et  $\psi$  = angle de réfraction



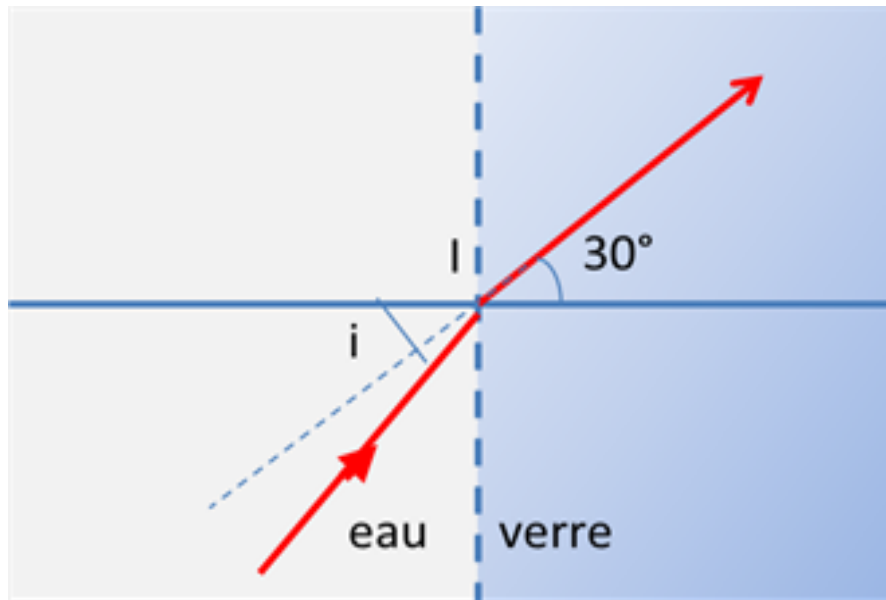
2 / schéma :



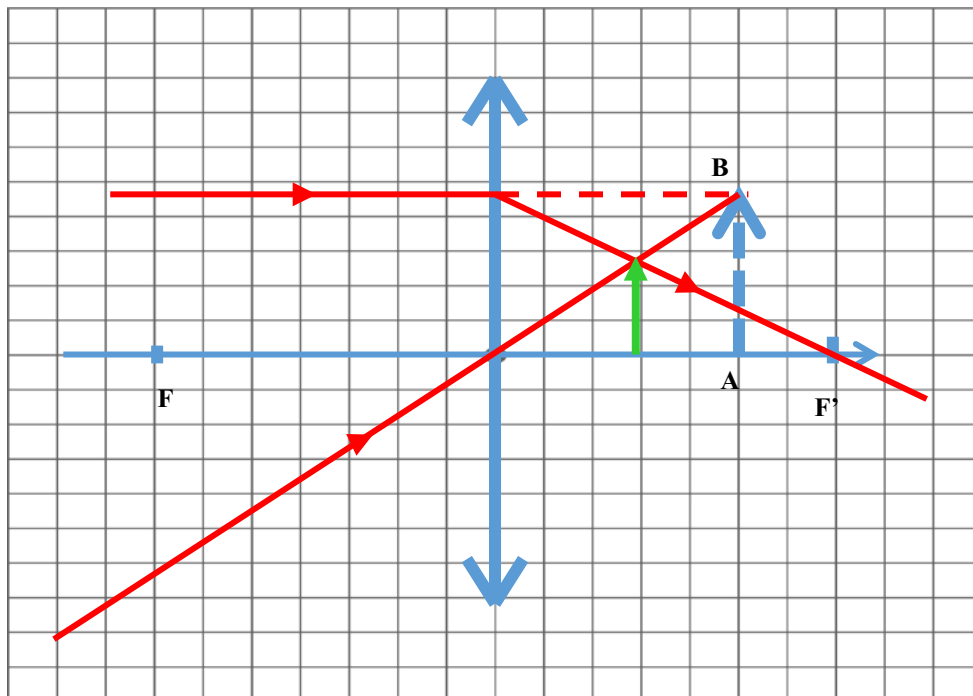
**Solution Test2 (D) : SNV 2014-2015 module : Physique**

1/ c'est le rayon réfracté :

2/  $n_{\text{eau}} \sin i = n_{\text{verre}} \sin r \Rightarrow \sin i = (n_{\text{verre}}/n_{\text{eau}}) \cdot \sin r$  AN :  $i=34,84^\circ$



3/ schema:



## Bibliographie

- Toute la physique 2<sup>e</sup> édition (Horst Stöcker, Francis Jundt, Georges Guillaume) Dunod
- Physique Tout en un MPSI. PCSI.PTSI 3<sup>e</sup> édition (Marie Noële Sanz, Anne Emmanuelle Badel, François Clausset) Dunod
- Référence Prépas MPSI PTSI (Pierre Grécias, Jean-Pierre Migon) Dunod
- Optique géométrique (Agnès MAURE)L, Bellin Sup
- Notes de Cours d'optique polycopé de l'école polytechnique de l'université de Nice-Sophia Antipolis (Patrizia Vignolo, Nasser Kriouche, Nicolas Mercadier)  
[peip.polytech.free.fr/page/Optique/cours.pdf](http://peip.polytech.free.fr/page/Optique/cours.pdf)
- Physique Le compagnon PCSI (Thibaut Cousin, Hervé Perodeau) Dunod
- Optique - Cours et exercices corrigés ( D. FIEL & P. COLIN), Ed. Ellipses, (1999)
- Optique - Fondements et Applications avec 250 exercices et problèmes résolus,(J-P. PEREZ) Ed Dunod, (2004)
- Optique Physique - Cours : Propagation de la lumière F. WELL, , Ed. Ellipses, (2005)
- Optique Géométrique - Cours et exercices corrigés (T. BECHERRAWY), Ed. Debœck, (2006)
- La Physique en Fac - Optique - Cours et exercices corrigés (E. AMZALLAG), Ed. Dunod, (2006)
- Mis 103 Optique Géométrique Bordeaux
- [http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve\\_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.html](http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/instruments/correction.html)