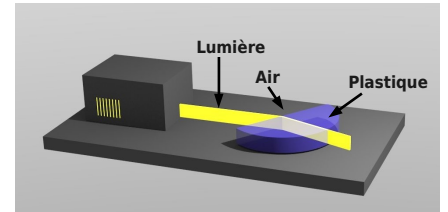


A- Réfraction de la lumière.

Quand la lumière change de milieu de propagation, sa direction de propagation change aussi.

Exemples:

Dispositif expérimental vu en TP, lentilles (lunettes, jumelles), aquarium avec de l'eau, air « qui tremble » au dessus d'un feu, ...



B- Lois de Snell-Descartes.

On mesure les angles i_1 et i_2 que font les rayons par rapport à la normale à la surface.

L'angle i_1 du rayon lumineux dans le milieu 1 et l'angle i_2 du rayon lumineux dans le milieu 2 sont reliés par la relation :

$$n_1 \times \sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$$

n_1 et n_2 sont les indices de réfraction des milieux.

Exemple 1: Fabrication d'une maquette 3D du schéma de la réfraction.

Exemple 2: Réfraction d'un rayon laser passant de l'eau à l'air sous un angle d'incidence de 45°

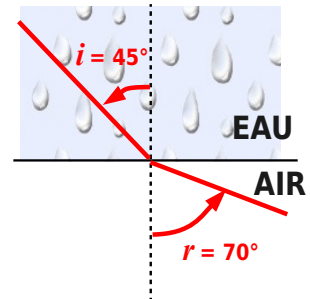
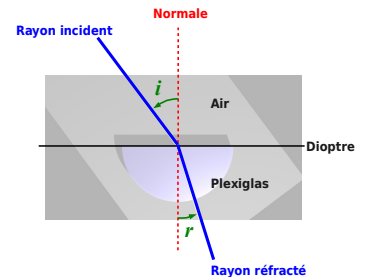
- Le milieu incident est l'eau $n_1 = 1,33$, l'angle d'incidence est $i = 45^\circ$
- Le milieu réfractant est l'air $n_2 = 1,00$, calculons l'angle de réfraction r .

On écrit la loi de Descartes, et on va isoler l'inconnue r : $n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r)$

je divise par n_2 et je simplifie $\frac{n_1 \times \sin(i)}{n_2} = \frac{n_2 \times \sin(r)}{n_2}$

je calcule la valeur de $\sin(r)$ $\sin(r) = \frac{n_1 \times \sin(i)}{n_2} = \frac{1,33 \times \sin(45)}{1,00} = 0,940$

J'en déduis la valeur de r en utilisant la fonction $\text{asin}()$ ou $\sin^{-1}()$ sur la calculatrice) $r = 70,1^\circ$. Je fais attention à l'unité d'angle utilisée par la calculatrice (degrés, radians ou grad)!



C- Dispersion de la lumière à l'aide d'un prisme.

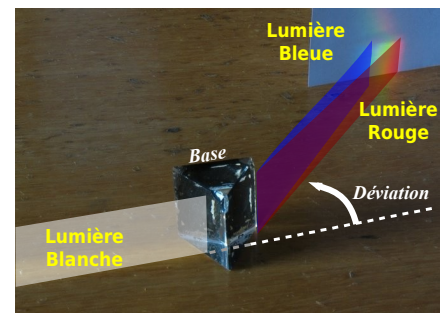
Un prisme est un objet en verre ou en plastique de section triangulaire.

Il permet de disperser le spectre de la lumière, c-à-d de montrer les différentes couleurs composant cette lumière.

Un prisme disperse plus la lumière bleue que la lumière rouge.

Explication du phénomène:

Lorsqu'un rayon lumineux change de milieu, il change de direction à cause du phénomène de réfraction. Ce phénomène dépend du milieu, de la couleur de la lumière et il est plus important pour la lumière bleue.

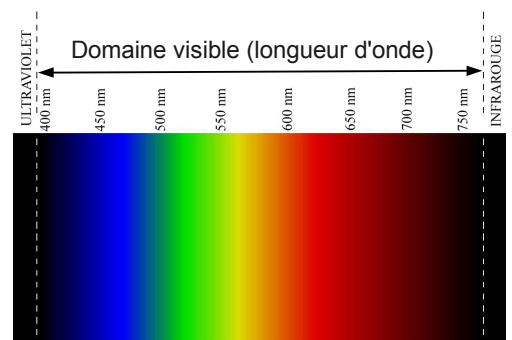


D- Le spectre de la lumière visible.

La lumière visible va du rouge au violet en passant par l'orange, le jaune, le vert, le cyan et le bleu.

Pour identifier précisément la couleur, on mesure la « longueur d'onde » de la radiation monochromatique (« une seule couleur »).

Le spectre visible est représenté sur la figure ci contre.



Document d'après le Centre d'Enseignement Supérieur et d'Initiation à la Recherche par l'Expérimental - Université Joseph Fourier - Grenoble

L' Univers - Chapitre 3 - Comment analyser la lumière des étoiles ? 1/2

E- Exercices.

Exercice 1: recopier en couleur le spectre visible

Exercice 2 - Loi de Snell-Descartes, GIGN et Piranha

Le GIGN a été appelé pour une intervention à la piscine municipale : un piranha psychopathe a été lâché par erreur dans le petit bassin où barbotaient des enfants.

Le poisson carnivore les ayant tous bouffés, il a été décidé de « neutraliser » la bête à écaille en lui tirant une balle de fusil entre ses deux yeux.

La délicate mission est confiée au tireur d'élite Sniper-Kitty, qui utilise une carabine munie d'une visée laser.

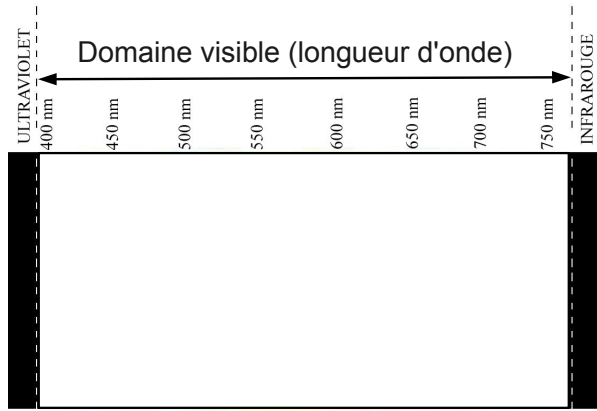
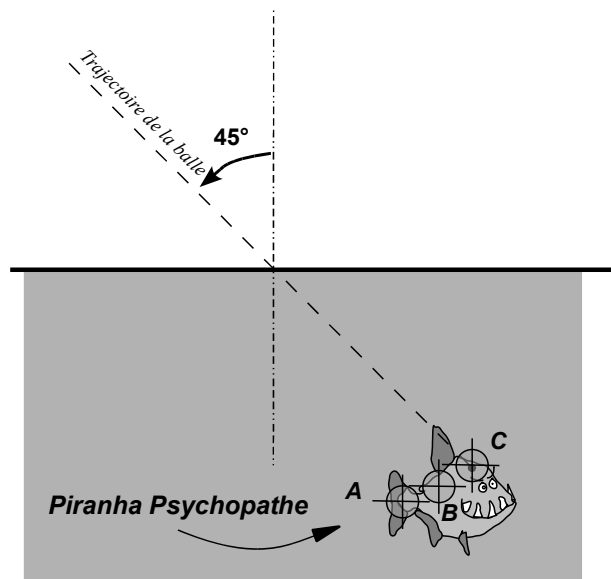
La question est : Sniper-Kitty doit-il viser la tête, le centre ou la queue du poisson pour l'abattre d'une balle entre les deux yeux ?

Le schéma suivant est à l'échelle. Un conseil : calculez et tracez à l'échelle la trajectoire du spot laser, depuis les points A, B et C, puis choisissez le rayon laser le plus proche de la trajectoire de la balle qui passe par C.

Données :

indice de réfraction de l'air 1,00.

indice de réfraction de l'eau 1,33.



Document : d'après le Centre d'Enseignement Supérieur et d'Initiation à la Recherche par l'Expérimental - Université Joseph Fourier - Grenoble

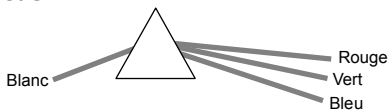


« I am the hand of God, I am the dealer of fate
From a distance, in the trees and shadows, I wait
With a round in the chamber and the bolt locked tight
I look it in the eyes through my telescopic sight
I touch the trigger and I say goodbye
The piranha in my sights is about to die »

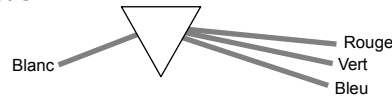
Exercice 3 - Prisme et réfraction de la lumière.

Dans chaque cas, dire si le schéma est correcte ou non. Dans la cas négatif, expliquez pourquoi le schéma est faux.

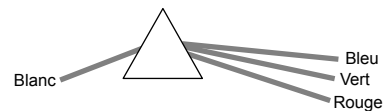
Cas 1



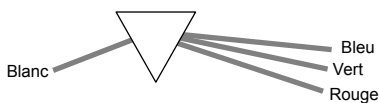
Cas 2



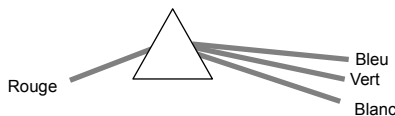
Cas 3



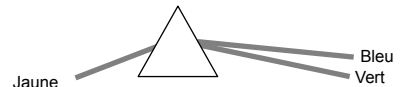
Cas 4



Cas 5



Cas 6

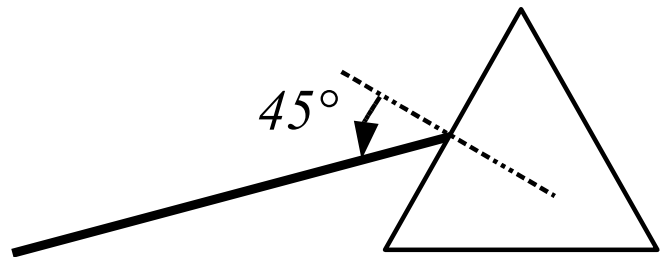


Exercice 4- Dessin du rayon lumineux dans un prisme.

Vous allez dessiner à grande échelle le chemin d'un rayon lumineux traversant un prisme en verre d'indice $n=1,45$. Vous ferez un schéma sur une feuille blanche format A4, à la règle, au crayon et à l'aide d'un rapporteur.

La lumière arrive sur le prisme avec un angle d'incidence de 45° . Le prisme a une section en triangle équilatéral.

Aide : dans un premier temps, il faudra calculer l'angle de réfraction. Puis après avoir tracé le rayon jusqu'à la sortie du prisme, il faudra mesurer l'angle incident du rayon émergent et calculer l'angle de réfraction à la sortie.



Exercices du livre: Chapitre 3 Ex. 1 p.51 Ex. 2 p.51 Ex.5 p.51 Ex. 10 p.52 Ex. 14 p.53

Correction 1:

Voir physicus.free.fr pour le document en couleur ou livre doc. 3 p. 23.

Correction 2:

On sait que l'angle d'incidence $i = 45^\circ$, que le milieu incident est l'air, donc $n_1 = 1,00$ que le milieu réfractant est l'eau donc $n_2 = 1,33$. On va calculer l'angle de réfraction r grâce à la loi de Descartes.

- On écrit la loi

$$n_1 \times \sin(i) = n_2 \times \sin(r)$$
- On divise l'égalité par n_2 puis on simplifie

$$n_1 / n_2 \times \sin(i) = \sin(r)$$
- On calcule la valeur de $\sin(r)$:

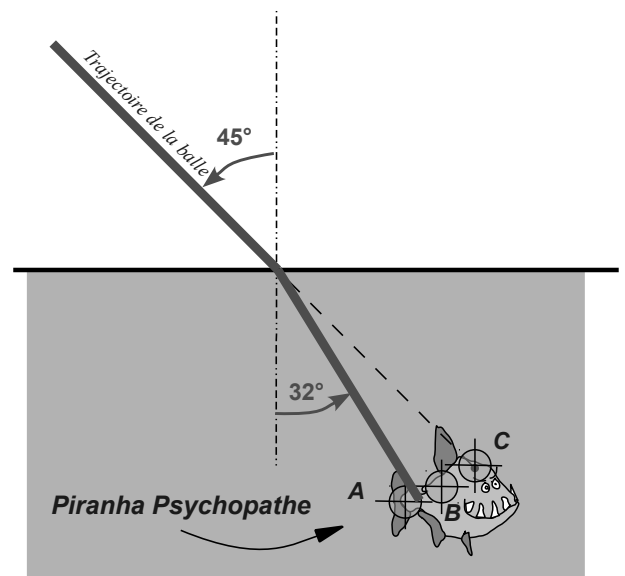
$$\sin(r) = 1,00 / 1,33 \times \sin(45^\circ) = 0,532$$
- On en déduit la valeur de r :

$$r = \text{asin}(0,532) = 32^\circ$$

On doit donc tracer un rayon incident faisant un angle de 45° et un rayon réfracté faisant un angle de 32° avec la normale.

De plus, le rayon incident, qui est aligné avec le chemin de la balle de fusil doit se diriger vers la cervelle du piranha.

On trace donc le rayon incident, incliné de 45° , dirigé vers la cervelle du poisson. Ensuite, on trace le rayon réfractant avec un angle de 32° et on constate qu'il faut viser la queue du poisson pour attendre sa cervelle.



Correction 3:

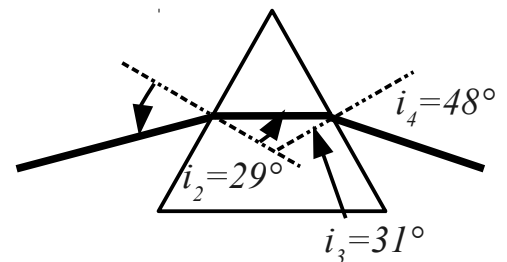
Cas 1: correct; **Cas 2:** incorrect, la base du prisme n'est pas du côté du faisceau dévié. **Cas 3:** incorrect, le bleu doit être plus dévié que le rouge. **Cas 4:** incorrect, base du prisme du mauvais côté et couleurs dans le mauvais ordre. **Cas 5:** incorrect, le rouge n'est pas un mélange de bleu et de vert. **Cas 6:** incorrect, car le bleu est moins dévié que le vert.

Correction 4:

Je calcule l'angle de réfraction i_2 dans le prisme: $n_1 \times \sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$ donc $\sin(i_2) = n_1 / n_2 \times \sin(i_1) = 1,00 / 1,45 \times \sin(45^\circ) = 0,4877$ donc $i_2 = \text{asin}(0,4877) = 29,2^\circ$.

Je dessine soigneusement le rayon réfracté et je mesure l'angle d'incidence i_3 sur la face de sortie avec un rapporteur. Je trouve que $i_3 = 31^\circ$.

Je calcule alors l'angle de réfraction i_4 à la sortie du prisme:
 $\sin(i_4) = n_3 / n_4 \times \sin(i_3) = 1,45 / 1,00 \times \sin(31^\circ) = 0,747$
 donc $i_4 = 48^\circ$.



Correction 1 p. 51:

Le schéma est complet page 48. **a)** Le point I. **b)** rayon SI. **c)** rayon IR. **d)** angle α . **e)** angle γ . **f)** plan Q. **g)** droite IN. **h)** plan P

L' Univers - Chapitre 3 - Comment analyser la lumière des étoiles ? 1/2

Correction 2 p. 51:

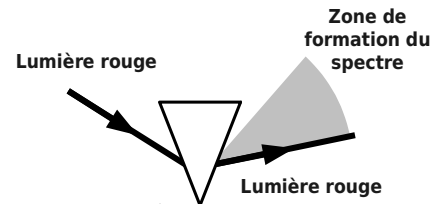
1. L'angle d'incidence est dans l'air (au dessus), la lumière arrive de ce côté. C'est l'angle i_{air} . L'angle de réfraction est coté verre, où le rayon s'éloigne, c'est donc l'angle i_{verre} .
2. Voir définition page 48, et $n_{\text{air}} \times \sin(i_{\text{air}}) = n_{\text{verre}} \times \sin(i_{\text{verre}})$.

Correction 5 p. 51:

1. On observe un spectre continu. Voir doc. 5 p. 46. Le bleu sera plus dévié que le rouge!
2. Le prisme disperse la lumière: il sépare un mélange de couleurs simples en composantes monochromatiques.
3. L'indice optique du prisme dépend de la longueur d'onde de la radiation lumineuse : il est très légèrement plus grand pour le bleu par rapport au rouge.

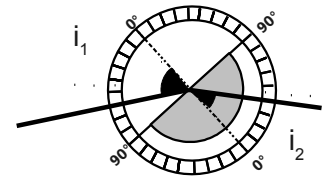
Correction 10 p. 52:

1. Quand on calcule les angles de réfraction, on a besoin de l'indice optique du milieu (Loi de Descartes). Si on veut que la déviation d'un faisceau dépende de sa couleur (sa longueur d'onde), il faut que l'indice optique du matériau qui compose le prisme dépende de la longueur d'onde de la radiation lumineuse. C'est le cas dans la plus part des matériaux : l'indice n est très légèrement plus grand pour le bleu par rapport au rouge.
- 2.a. On constate qu'elle est polychromatique, elle est composée de plusieurs (poly) couleurs (chromatique).
- 2.b. On constate que le bleu et le violet sont les couleurs les plus déviées.
- 3.a. Cette lumière est monochromatique (une seule couleur), elle ne sera pas dispersée mais seulement déviée.
- 3.b. Le rayon rouge émerge du prisme exactement dans la même direction que la partie rouge du spectre sur le schéma.



Correction 14 p. 52:

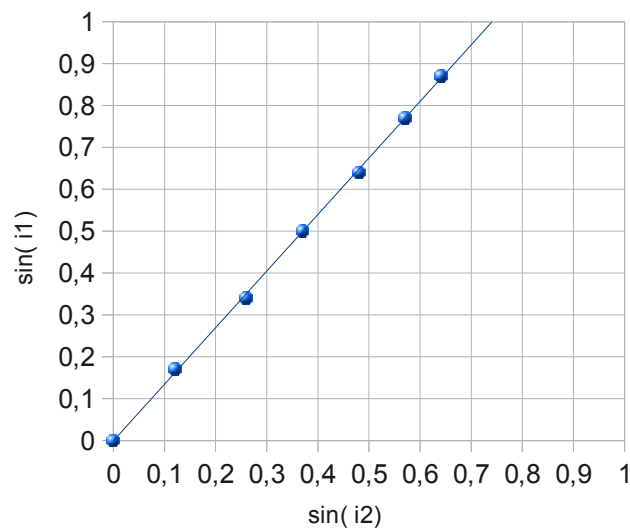
1. On fait une lecture graphique $i_1 = 60^\circ$ et $i_2 = 40^\circ$.
- 2.a. $n_1 \times \sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$ avec ici $n_1 = n_{\text{air}}$ et $n_2 = n_{\text{liq.}}$.
Donc ici $1,00 \times \sin(i_1) = n_{\text{liq.}} \times \sin(i_2)$.
- 2.b. Voir graphique. Il est indispensable de préciser les **unités**, les **labels** et de **graduer** les axes. On place uniquement des **points**.



- 2.c. On a une droite passant à l'origine, de la forme $y = a \cdot x$. Donc ici, le rôle de y est joué par $\sin(i_1)$, le rôle de x par $\sin(i_2)$ et le rôle de a par n_2 car on a la relation suivante (question 2.a) $\sin(i_1) = n_2 \times \sin(i_2)$ qui a la même forme que $y = a \cdot x$.

3. n_2 est le coefficient directeur de la droite.
On trouve $n_2 = 0,95/0,7 = 1,4$

4. Le liquide n'est ni de l'eau, ni du glycérol car l'indice optique ne correspond pas. Peut-être est ce un mélange d'eau et de glycérol?
Cette technique est utilisée en chimie, avec un appareil plus sophistiqué appelé «réfractomètre». Il permet de vérifier la qualité d'une espèce chimique produite.



Maquette 3D des lois de la réfraction de la lumière.

