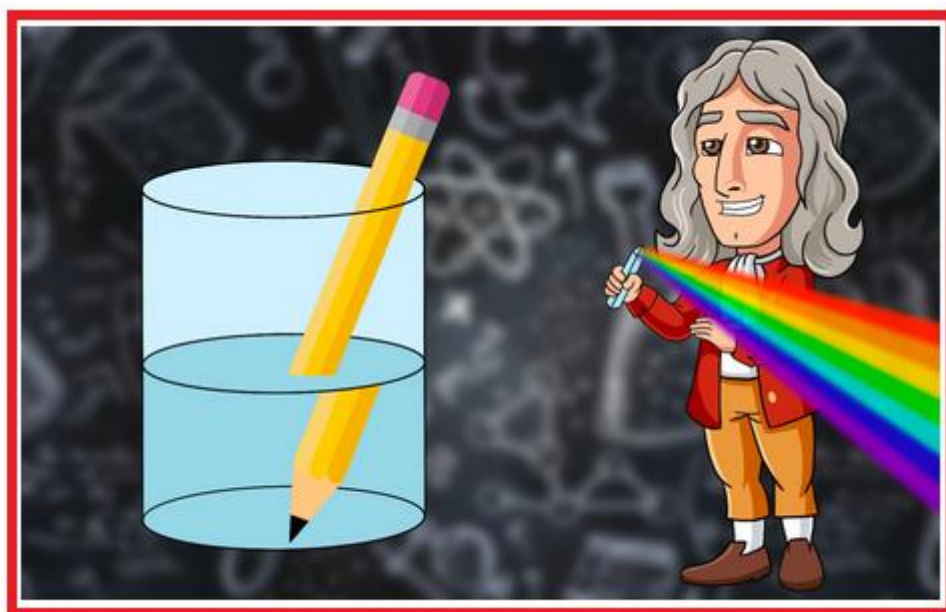


LES ONDES LUMINEUSES



Objectifs : Connaissances et savoir-faire exigibles

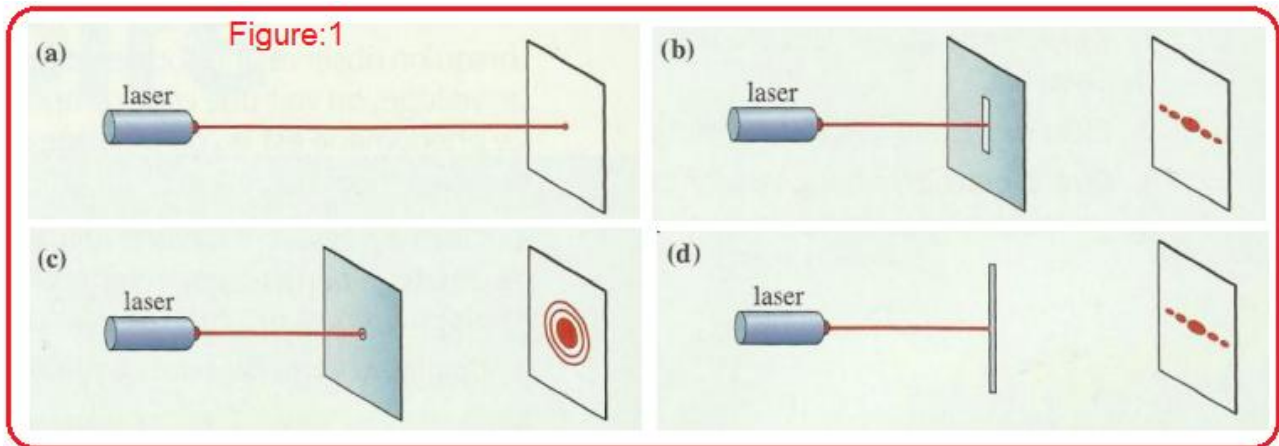
- Savoir que, étant diffractée, la lumière peut être décrite comme une onde
- Connaître l'importance de la dimension de l'ouverture ou de l'obstacle sur le phénomène observé
- Exploiter une figure de diffractions dans le cas des ondes lumineuses
- Connaître et savoir utiliser la relation $c = \lambda \cdot N$; la signification et l'unité de chaque terme
- Connaître et savoir utiliser la relation $\theta = \frac{\lambda}{a}$; la signification et l'unité de chaque terme
- Définir une lumière monochromatique et une lumière polychromatique
- Connaître les limites des longueurs d'onde dans le vide du spectre visible les couleurs correspondantes
- Situer les rayonnements ultraviolets et infrarouges par rapport au spectre visible
- Savoir que la lumière se propage dans le vide et dans les milieux transparents
- Savoir que la fréquence d'une radiation monochromatique ne change pas lorsqu'elle passe d'un milieu transparent à un autre
- Savoir que les milieux transparents sont plus ou moins dispersifs
- Définir l'indice d'un milieu transparent pour une fréquence donnée
- Réaliser un montage permettant de mettre en évidence le phénomène de diffraction dans le cas d'ondes lumineuses
- Réaliser des mesures permettant de vérifier la pertinence de la relation :
$$\theta = \frac{\lambda}{a}$$

Www.AdrarPhysic.Fr

1- Modèle ondulatoire de la lumière

1-1- Phénomène de diffraction de la lumière

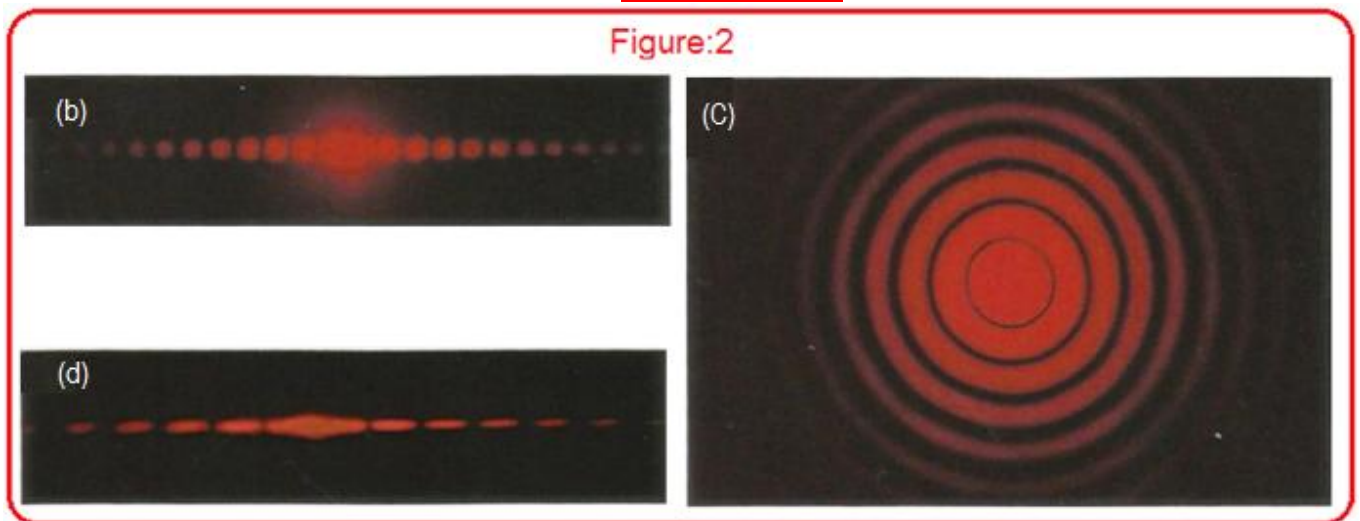
1-1-1- activités



Interposer devant le faisceau laser successivement :(figure :1)

- une fente très étroite, percée dans une plaque opaque :(b)
- un petit trou percé dans une plaque opaque :(c)
- un fil rectiligne vertical, très fin :(d)

1-1-2- observations

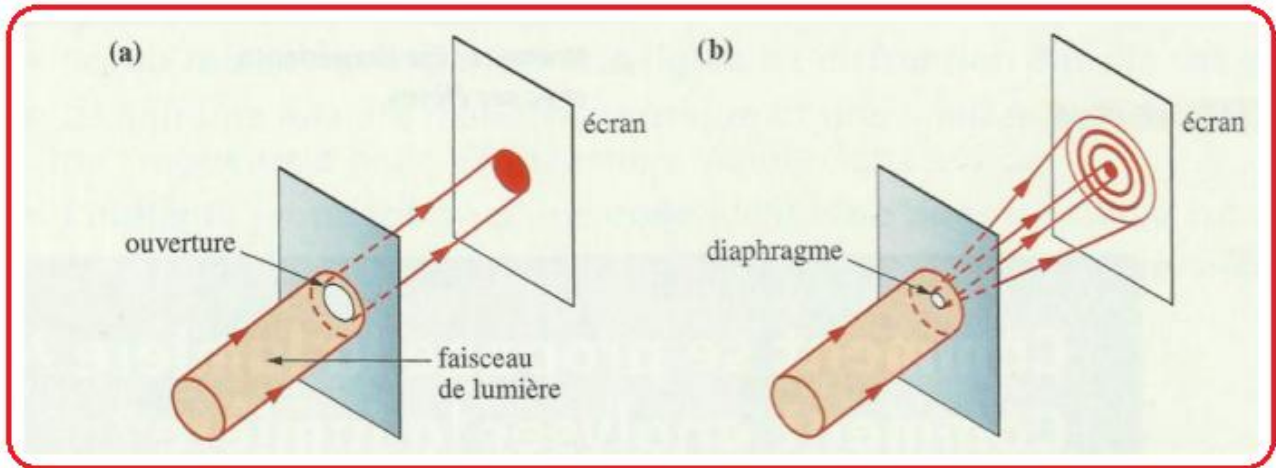


Nous observons respectivement :(figure :2)

Les figures de diffraction de la fente verticale (b) et du fil (d) s'étalent horizontalement c'est-à-dire perpendiculairement aux directions de la fente et du fil .la figure de diffraction du trou est un disque entouré d'anneaux.

1-1-3- interprétations

Ces phénomènes sont analogues à ceux que nous pouvons observer lors de la diffraction des ondes mécaniques à la surface de l'eau .ils s'interprète par la diffraction de la lumière monochromatique lorsque celle -ci rencontre une ouverture ou un obstacle de faible dimension



- Pour une grande ouverture (a), les faisceaux lumineux se propagent en ligne droite : il n'y a pas de diffraction
- Pour une ouverture de faible dimension (b), la lumière s'étale de part et d'autre de la direction moyenne : Il y a diffraction

1-1-5- conclusion

Par comparaison avec les ondes mécaniques, on peut dire que la lumière a un aspect ondulatoire c'est à dire :

La lumière monochromatique est une onde qui se propage dans le vide et les milieux transparents

La lumière appartient à une catégorie d'ondes, appelées **ondes électromagnétiques**

1-2- caractéristiques de l'onde lumineuse

Les ondes lumineuses (la lumière) sont caractérisées par les grandeurs suivantes :

1-2-1- la vitesse (célérité) de propagation

- dans le vide : les ondes lumineuses, comme toutes les ondes électromagnétiques se propagent dans le vide avec une célérité (vitesse) constante universelle fixée à :

$$C = 299792458 \approx 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$$

la vitesse de la lumière dans le vide est indépendante de la longueur d'onde :
le vide n'est donc pas dispersif

- dans un milieu matériel

Dans un milieu matériel transparent, une onde lumineuse se propage à une vitesse v tel que : $v < C$

Chaque milieu matériel transparent est caractérisé par une grandeur appelée :

Indice de réfraction note n tel que : $n = \frac{c}{v}$

Exemples

Milieu	air	eau	alcool	plexiglas	diamant
indice	1,0003	1,33	1,36	1,51	2,42

1-2-2- fréquence et longueur d'onde

- la couleur de la lumière est associée à la fréquence, chaque onde lumineuse monochromatique est caractérisée par sa fréquence ν , cette fréquence ne change pas quel que soit le milieu de propagation
- pour une onde de fréquence ν se propage dans un milieu à la vitesse v , la longueur d'onde est donnée par la relation : $\lambda = v \times T = \frac{v}{\nu}$
- comme la vitesse v dépend du milieu de propagation, on peut-on conclure que : pour une onde donnée, la longueur d'onde dépend du milieu de propagation

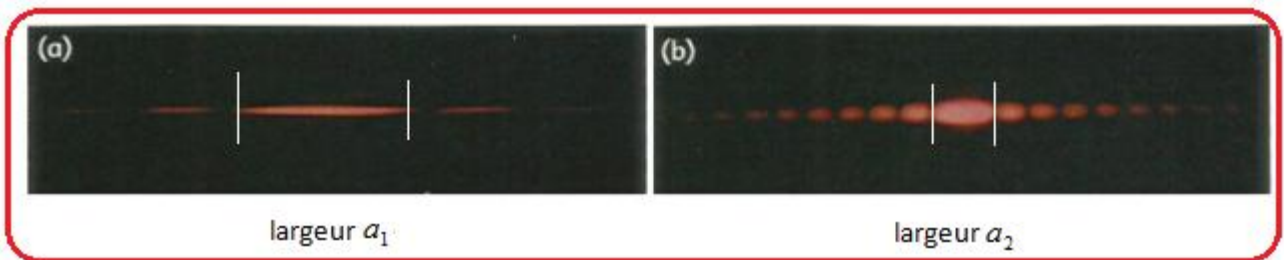
Exemple : dans le cas du vide la longueur d'onde notée λ_0 tel que : $\lambda_0 = c \times T = \frac{c}{\nu}$

1-3- influence de la largeur de la fente : a

1-3-1- activité

En maintenant fixe la distance entre la fente et l'écran, et on réalise la diffraction d'un faisceau laser, successivement par deux fente très fine de largeur différente a_1 et a_2 tel que : $a_1 < a_2$

Sur l'écran on obtient la figure (a) et (b)



1-3-2- observation

La largeur de la tache centrale dans la figure (a) est plus grande que celle dans la figure (b)

1-3-3- conclusion

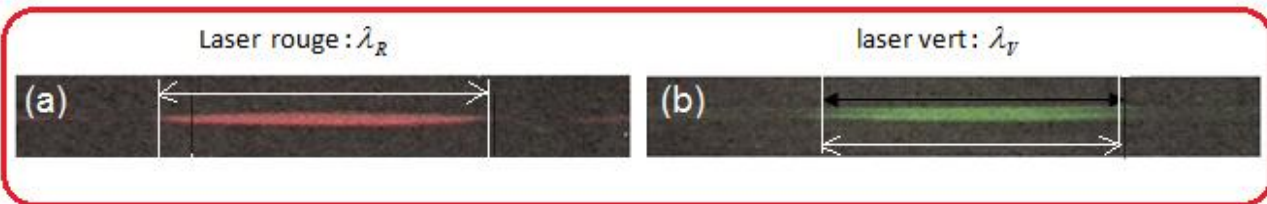
Le phénomène de diffraction est d'autant plus important que la fente est étroite

1-4- influence de la longueur d'onde

1-4-1- activité

on réalise successivement la diffraction de deux faisceaux laser : rouge (a) et vert (b) de longueurs d'ondes $\lambda_R > \lambda_V$, par une même fente en maintenant fixe la distance entre la fente et l'écran

sur l'écran on obtient les figures suivante (a) et (b)



1-4-2- observations

La largeur de la tache centrale de diffraction rouge est plus grande que la verte

1-4-3- conclusion

La largeur de la tache centrale de diffraction augmente si la longueur d'onde augmente

2- l'écart angulaire

2-1- définition

L'écart angulaire θ représente le demi-angle entre le premier minima d'intensité lumineuse de la figure de diffraction

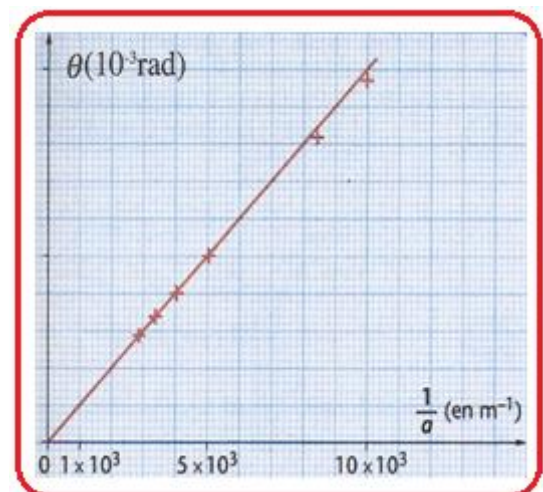
2-2- Expression de l'angle θ

2-2-1- expression de θ en fonction de la largeur de la fente a

On se place dans le cas de la diffraction d'une Lumière monochromatique, de longueur d'onde λ , Par une fente de largeur a .

Pour trouver l'expression de l'écart angulaire θ en Fonction de la largeur a de la fente on utilise Le graphe suivant (obtenu expérimentalement)

Qui représente la variation de l'angle θ en fonction de l'inverse de la largeur de la fente $\frac{1}{a}$.



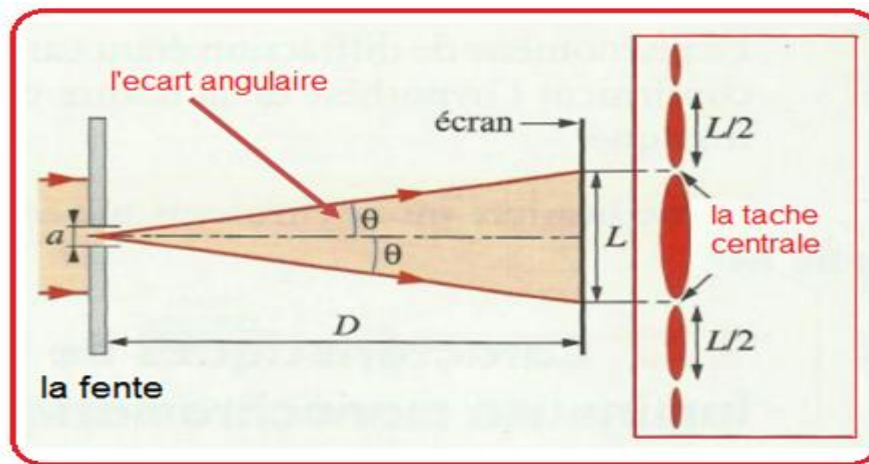
Et en déduit que : θ est proportionnelle à $\frac{1}{a}$

Dou l'expression de l'écart angulaire est : $\theta = k \frac{1}{a}$

ou la constante k représente la longueur d'onde de la lumière monochromatique utilise
donc : $\theta = \frac{\lambda}{a}$

Www.AdrarPhysic.Fr

2-2-2- expression de θ en fonction de la largeur L de la tache centrale



Appelons L la largeur de la tache centrale et D la distance entre la fente et l'écran d'observation ,

La figure a cote montre que :

$$\tan \theta = \frac{L/2}{D} = \frac{L}{2D} \quad \text{en pratique } \frac{L}{2D} \text{ est très petit et } \tan \theta \approx \theta$$

$$\text{D'où : } \theta = \frac{L}{2D} = \frac{\lambda}{a} \quad \text{soit } L = 2D \cdot \frac{\lambda}{a}$$

3- dispersion des ondes lumineuses

3-1- Définition d'un prisme

Un prisme est un milieu transparent et homogène

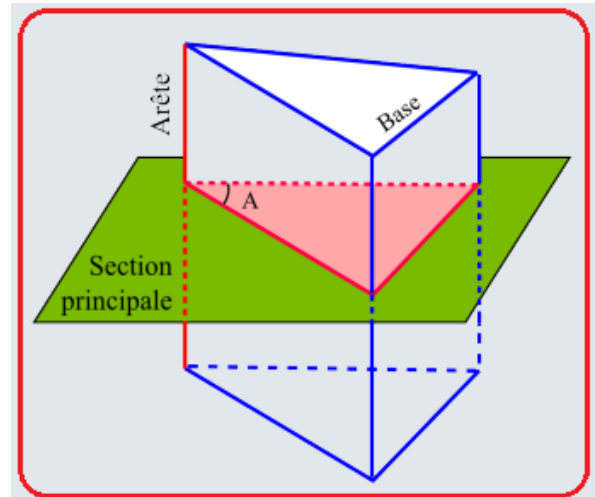
Limité par deux dioptries plans non parallèles qui constituent les faces du prisme ; celles-ci se coupent suivant une droite qui est l'arête du prisme.

Tout plan perpendiculaire à l'arête est un **plan de section principale** ; son intersection avec les deux faces définit ce que traditionnellement on appelle :

l'angle A du prisme.

Généralement un troisième plan limite le milieu réfringent parallèlement à l'arête,

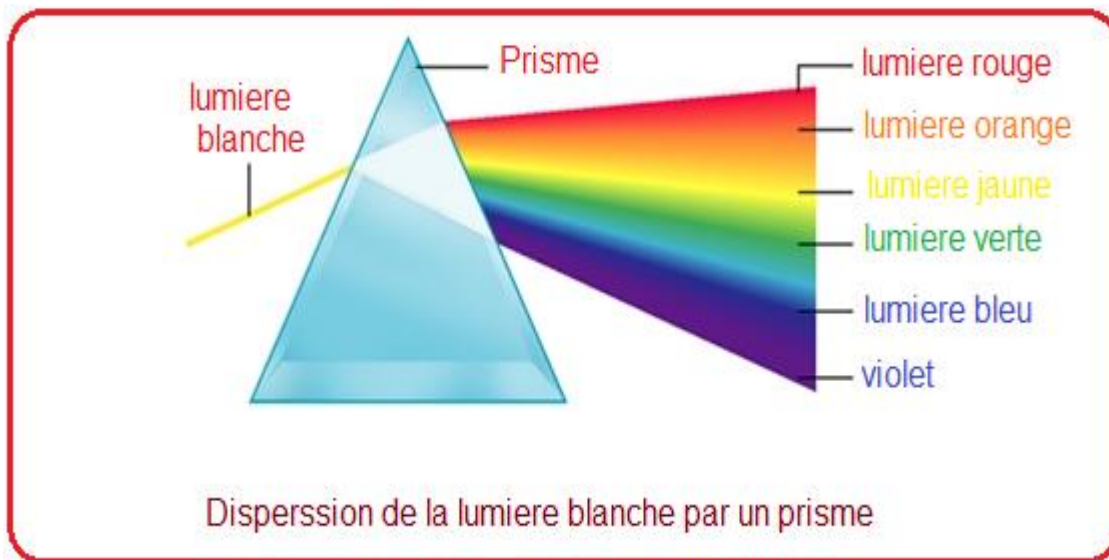
c'est la base du prisme



3-2- Dispersion de la lumière blanche par un prisme

3-2-1- Activité

On fait tomber la lumière blanche sur la première face d'un prisme



3-2-2- Observation

On observe de l'autre cote du prisme le spectre de la lumière blanche ou la lumière violette est plus déviée que la lumière rouge

3-2-3- Interprétation

Le prisme dévie différemment chacune des ondes monochromatiques qui composent la lumière blanche et peut ainsi les séparer. Chacune de ces ondes est caractérisée par une fréquence particulière. Or les réfractions sur chacune des faces du prisme obéissent à la loi de Descartes : $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$

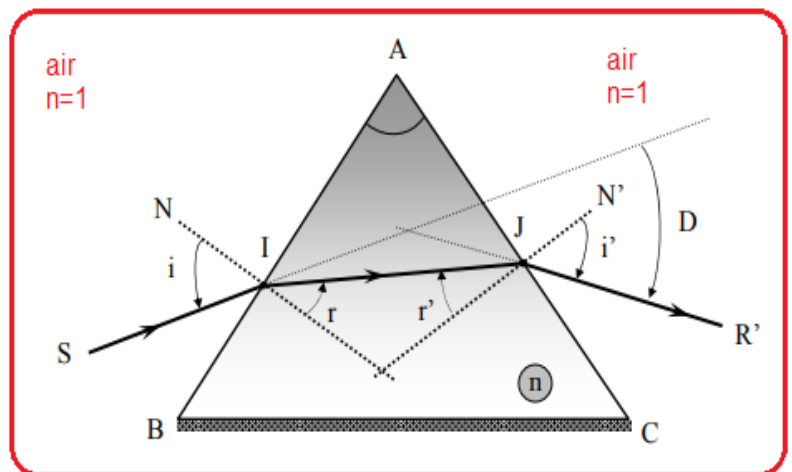
Donc des déviations différentes d'ondes de fréquences différentes impliquent des indices de réfractions différents, donc des vitesses de propagation différentes. l'indice et la vitesse de propagation des ondes dépende donc de la fréquence :

le verre du prisme est donc dispersif

3-2-4- Formules d'un prisme

Lorsqu'un faisceau lumineux monochromatique traverse un prisme , d'indice n , il est dévié à cause du changement du milieu (air-verre; verre-air)d'un angle D (appelée angle de déviation), cela crée 2 réfractions successives une sur chaque face de prisme

Www.AdrarPhysic.Fr



On fait tomber un faisceau lumineux monochromatique au point I d'un angle d'incidence i il se réfracte d'un angle r selon la loi de Descartes : $\sin i = n \sin r$ (1). puis il subit une deuxième réfraction sur la deuxième face au point j , selon la loi de Descartes : $n \sin r' = \sin i'$ (2).

- La relation entre : A, r et r'

$$\text{On a : } r + r' + (\pi - A) = \pi \quad \Rightarrow \quad A = r + r'$$

- Expression de l'angle de déviation D

$$D = i - r + i' - r' = i + i' - (r + r') = i + i' - A \Rightarrow D = i + i' - A$$

$$\text{D'où : } D = i + i' - A$$

Www.AdrarPhysic.Fr