

DEVOIR SURVEILLE – SCIENCES PHYSIQUES

Version 1



Calculatrice autorisée



Durée : 50 min



Toutes vos réponses doivent être correctement rédigées et justifiées.

points

Réfraction d'un faisceau laser

Le spectre de la lumière rouge d'un laser est composé d'une seule radiation lumineuse.

1. Comment peut-on qualifier la lumière émise par ce laser ?

/1

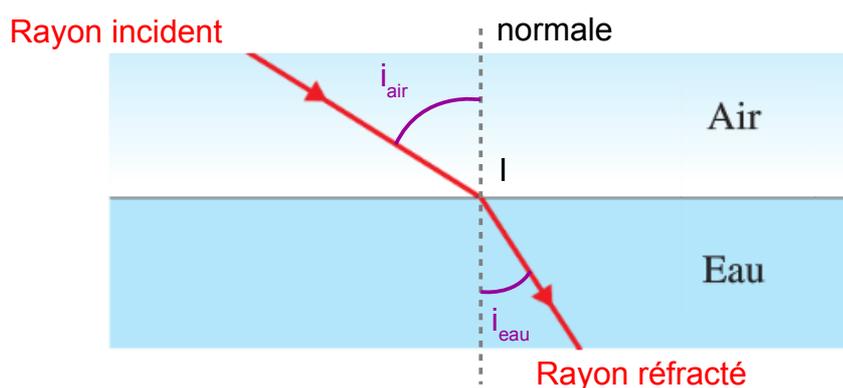
La lumière émise par ce laser peut être qualifiée de monochromatique car elle ne possède qu'une radiation lumineuse.

La réfraction d'un faisceau laser passant de l'air à l'eau est schématisé ci-dessous.

Données :

- indice de réfraction de l'air : $n_{\text{air}} = 1,00$
 - indice de réfraction de l'eau : $n_{\text{eau}} = 1,33$
2. Reproduire et compléter le schéma en indiquant le **point d'incidence I**, en dessinant la normale et en repérant le **rayon incident** et le **rayon réfracté** ainsi que l'**angle d'incidence i_{air}** et l'**angle de réfraction i_{eau}** .

/2



3. Rappeler l'expression de la loi de Snell-Descartes relative aux angles en respectant la notations du texte.

/1

$$n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{air}} = n_{\text{eau}} \times \sin i_{\text{eau}}$$

points

4. Calculer la valeur de l'angle de réfraction d'un rayon lumineux d'incidence $i_{\text{air}} = 45,0^\circ$.

$$\sin i_{\text{eau}} = \frac{n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{air}}}{n_{\text{eau}}} = \frac{1,00 \times \sin 45,0}{1,33} = 0,532$$

Soit $i_{\text{eau}} = 32,1^\circ$

On refait la même expérience avec de l'eau sucrée. Pour le même angle d'incidence, l'angle de réfraction est de $i_{\text{eau sucrée}} = 30,0^\circ$.

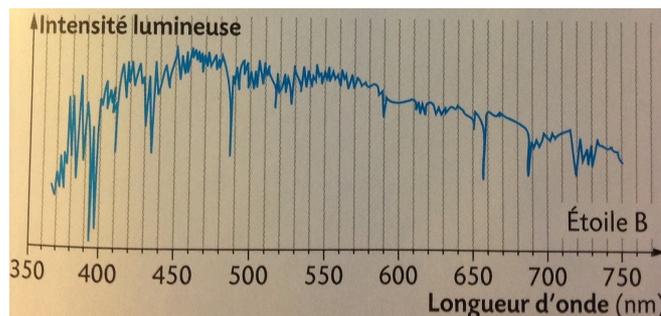
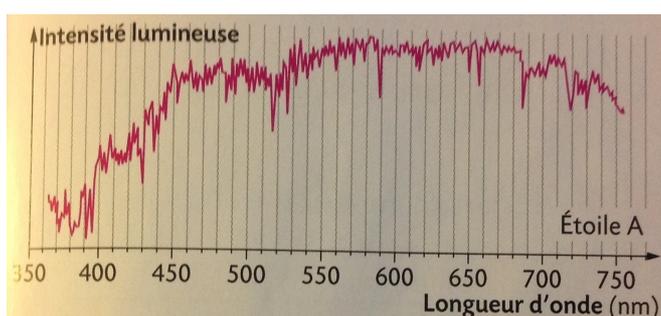
5. Calculer l'indice de réfraction de l'eau sucrée.

$$n_{\text{eau sucrée}} = \frac{n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{air}}}{\sin i_{\text{eau sucrée}}} = \frac{1,00 \times \sin 45,0}{\sin 30,0} = 1,41$$

D'après l'exercice n°3 p.51 du livre de physique chimie 2nd HACHETTE (Collection Dulaurans Durupthy)

Analyser la lumière des étoiles

Les profils spectraux de deux étoiles, A et B, sont représentés ci-dessous :



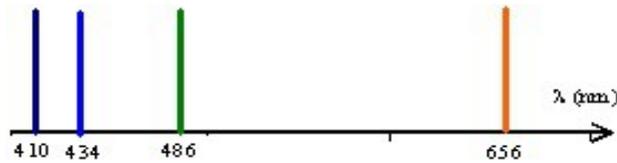
1. Laquelle de ces deux étoiles est la plus chaude ? Justifier

L'étoile la plus chaude est l'étoile B car la longueur d'onde de la radiation présente dans son profil spectral ayant l'intensité la plus importante est inférieure à celle de l'étoile A.

En effet, plus le spectre d'une étoile est riche en radiation de courtes longueurs d'onde plus la température de surface de cette étoile est importante.

2. Montrer que l'atmosphère de l'étoile B contient de l'hydrogène.

L'étoile B contient de l'hydrogène car toutes les radiations émises par cet élément correspondent à des raies d'absorption du profil spectral de cette étoile. Et un élément chimique absorbe les radiations qu'il est capable d'émettre.

Donnée : spectre d'émission de l'hydrogène

D'après l'exercice n°20 p.35 du livre de physique chimie 2nd HACHETTE (Collection Dulaurans Calafell Giacino)

Dispersion de la lumière blanche par un prisme

1. Rappeler ce qu'est un milieu dispersif.

/1

Par définition, un milieu dispersif est un milieu dont l'indice de réfraction dépend de la longueur d'onde des radiations qui le traversent.

2. Montrer à l'aide des documents ci-dessous que le verre est un milieu dispersif.

/1

D'après la figure 2, on peut observer que l'indice de réfraction du verre varie en fonction de la longueur d'onde. Il s'agit donc bien d'un milieu dispersif.

3. Qu'obtient-on lorsque l'on envoie un faisceau de lumière blanche sur la face d'un prisme en verre ?

/1

Lorsque l'on envoie un faisceau de lumière blanche sur la face d'un prisme en verre, celui-ci, la disperse et l'on obtient le spectre continu de la lumière blanche.

4. Déterminer, calculs à l'appui, la couleur de la radiation de la lumière blanche qui est la plus déviée par un prisme en verre.

/4

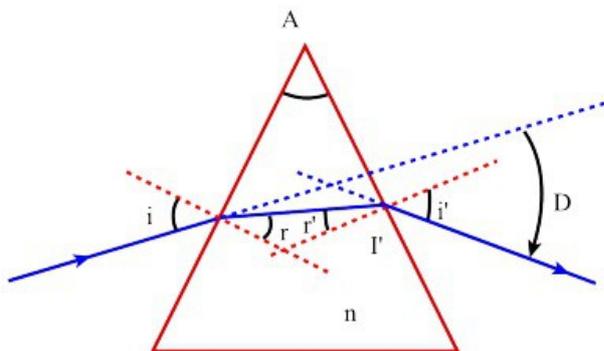


Figure 1 : Déviation d'un faisceau monochromatique par un prisme

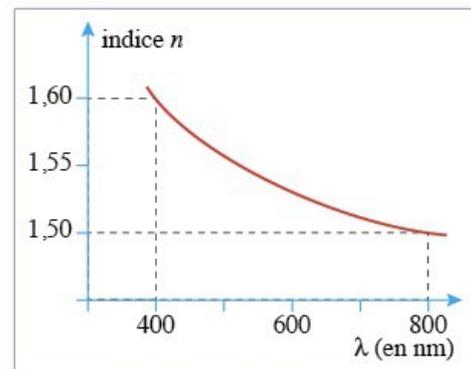


Figure 2 : Indice de réfraction du verre en fonction de la longueur d'onde de la radiation

Données : valeurs et relations entre les différents angles de la figure 1 :

$$i = 30,0^\circ$$

$$A = 40,0^\circ$$

$$A = r + r'$$

$$D = i + i' - A$$

Pour déterminer la radiation qui est la plus déviée par le prisme en verre, il faut déterminer l'angle de déviation D pour chaque radiation.

On va réaliser ces calculs pour les deux radiations extrêmes du spectre de la lumière blanche, à savoir les radiations ayant pour longueur d'onde 400 nm et 800 nm.

$$D = i + i' - A$$

Il faut donc déterminer i' . Pour déterminer i' , il faut connaître r' et pour connaître r' , il connaît r .

Appliquons la relation de Snell-Descarte à la première face du prisme pour les deux radiations :

$$n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{rouge}} = n_{\text{rouge}} \times \sin r_{\text{rouge}}$$

$$\sin r_{\text{rouge}} = \frac{n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{air}}}{n_{\text{rouge}}} = \frac{1,00 \times \sin 30,0}{1,50} = 0,333 \text{ soit } r_{\text{rouge}} = 19,5^\circ$$

$$n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{bleu}} = n_{\text{bleu}} \times \sin r_{\text{bleu}}$$

$$\sin r_{\text{bleu}} = \frac{n_{\text{air}} \times \sin i_{\text{air}}}{n_{\text{bleu}}} = \frac{1,00 \times \sin 30,0}{1,60} = 0,313 \text{ soit } r_{\text{bleu}} = 18,2^\circ$$

$$r'_{\text{rouge}} = A - r_{\text{rouge}} = 40,0 - 19,5 = 20,5^\circ$$

$$r'_{\text{bleu}} = A - r_{\text{bleu}} = 40,0 - 18,2 = 21,8^\circ$$

Appliquons maintenant la relation de Snell-Descarte à la deuxième face du prisme pour les deux radiations :

$$n_{\text{rouge}} \times \sin r'_{\text{rouge}} = n_{\text{air}} \times \sin i'_{\text{rouge}}$$

$$\sin i'_{\text{rouge}} = \frac{n_{\text{rouge}} \times \sin r'_{\text{rouge}}}{n_{\text{air}}} = \frac{1,50 \times \sin 20,5}{1,00} = 0,525 \text{ soit } i'_{\text{rouge}} = 31,7^\circ$$

$$n_{\text{bleu}} \times \sin r'_{\text{bleu}} = n_{\text{air}} \times \sin i'_{\text{bleu}}$$

$$\sin i'_{\text{bleu}} = \frac{n_{\text{bleu}} \times \sin r'_{\text{bleu}}}{n_{\text{air}}} = \frac{1,60 \times \sin 18,2}{1,00} = 0,500 \text{ soit } i'_{\text{bleu}} = 30,0^\circ$$

On en déduit donc l'angle de déviation D de ces deux radiations :

$$D_{\text{rouge}} = 30,0 + 31,7 - 40,0 = 21,7^\circ$$

$$D_{\text{bleu}} = 30,0 + 30,0 - 40,0 = 20,0^\circ$$

Les radiations bleues sont donc bien plus déviées que les radiations rouges.