

DESCRIPTION DE L'UNIVERS – DISPERSION ET RÉFRACTION DE LA LUMIÈRE

EXERCICE I

- Le point commun de l'atome et de l'Univers en ce qui concerne leur remplissage par la matière, c'est le vide. Ils sont en effet l'un comme l'autre essentiellement constitués de vide ; l'atome entre son noyau et ses électrons, l'Univers entre les différentes planètes, les différentes étoiles, les différentes galaxies ...
- La valeur de la vitesse de la lumière dans le vide (ou dans l'air) est de 300 000 km/s. Elle est notée c.
- Du fait de la vitesse finie de la lumière (très grande certes mais pas infinie), nous ne voyons jamais les objets tels qu'ils sont mais tels qu'ils étaient au moment où le rayon de lumière qui arrive dans notre œil l'a quitté. Quand nous regardons une montagne au loin, le temps qui s'écoule est extrêmement faible (de l'ordre du 100 000^{ème} de seconde) et nous pouvons dire que nous « voyons » la montagne mais déjà quand nous regardons le Soleil, c'est tel qu'il était il y a 8 minutes que nous le voyons puisqu'il faut 8 minutes à sa lumière pour parcourir la distance de 150 millions de km qui nous en sépare. Aussi, dès que nous regardons les étoiles, la plus proche du Soleil Alpha du Centaure est à 4,2 années-lumière ce qui veut dire que la lumière que nous percevons aujourd'hui a quitté sa surface il y a 4,2 années, nous regardons dans le passé et plus nous voyons loin, plus nous voyons tôt.
- L'ordre de grandeur d'un nombre est la puissance de 10 la plus proche de ce nombre.
- Une radiation monochromatique est une lumière colorée qui n'est pas décomposée par un prisme.
- Une radiation polychromatique est une lumière qui est décomposée par un prisme.
- Un milieu dispersif est un milieu transparent dont l'indice de réfraction varie en fonction de la longueur d'ondes des radiations.

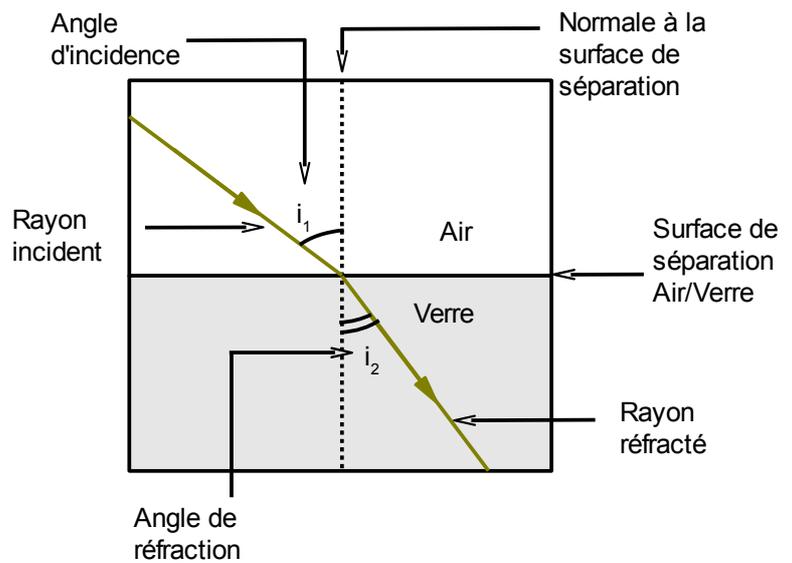
EXERCICE II

1. et 2.

Objet	noyau atomique	atome	molécule	diamètre d'un cheveu	mouche	train	hauteur d'une montagne	rayon de la Terre	distance Terre-Soleil	notre galaxie
Taille	1 fm	0,1 nm	10 nm	90,5 µm	1,0 cm	158 m	4,4 km	6400 km	1,50.10 ⁸ km	1,50.10 ²¹ km
Taille en mètre	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁸	9,05.10 ⁻⁵	1,0.10 ⁻²	1,58.10 ²	4,4.10 ³	6,4.10 ⁶	1,5.10 ¹¹	1,5.10 ²⁴
Ordre de grandeur	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁰	10 ⁻⁸	10 ⁻⁴	10 ⁻²	10 ²	10 ³	10 ⁷	10 ¹¹	10 ²⁴

EXERCICE III

- Voir schéma ci-contre.
- D'une manière générale, la loi de Descartes est la suivante : $n_1 \times \sin i_1 = n_2 \times \sin i_2$ où n_1 (resp. n_2) est l'indice de réfraction du milieu 1 (resp. 2), i_1 est l'angle d'incidence et i_2 l'angle de réfraction. Mais comme ici le milieu 1 est l'air d'indice 1,00 et que l'on recherche l'indice n_R du verre pour la lumière monochromatique rouge, elle devient $\sin i_1 = n_R \times \sin i_2$.
- Voir courbe ci-dessous. La courbe obtenue est une droite passant par l'origine ce qui implique que les grandeurs représentées (ici $\sin i_1$ et $\sin i_2$) sont proportionnelles.
- Pour déterminer le coefficient directeur « a » de la droite obtenue, il faut choisir deux points A et B de la droite et utiliser la formule vue en classe $a = \frac{y_B - y_A}{x_B - x_A}$.



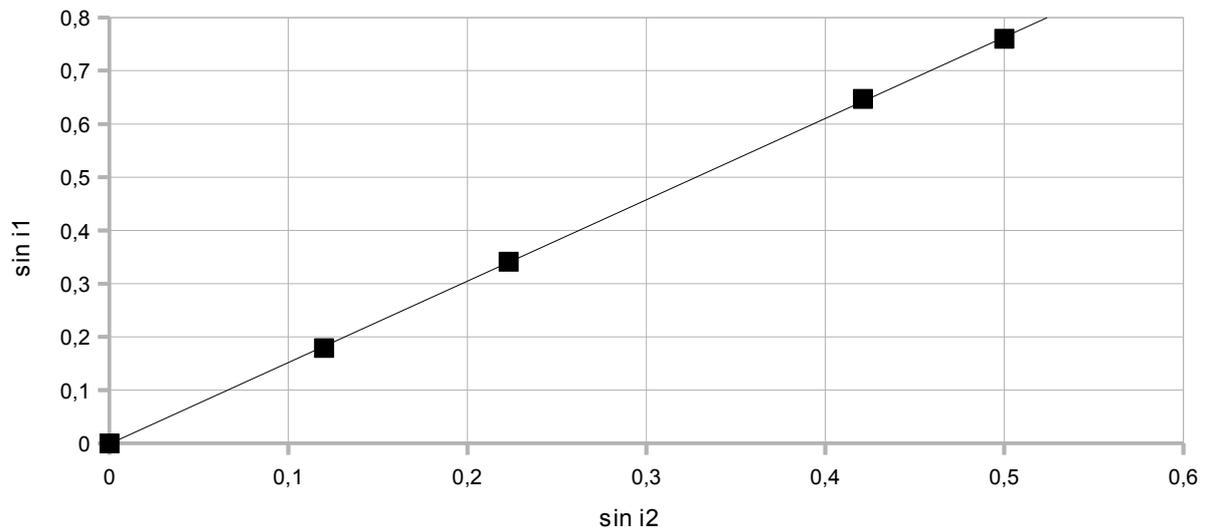
En choisissant bien les points, on améliore la précision du résultat tout en réduisant les efforts nécessaires à la résolution du calcul. Ainsi en prenant l'origine de coordonnées (0;0) comme point A, la formule devient

$$a = \frac{y_B}{x_B}. \text{ Reste à choisir un point de la droite moyenne le plus éloigné possible pour minimiser la marge d'erreur, soit B}$$

(0,76;0,50). Le coefficient directeur vaut donc $a = \frac{0,76}{0,50} = 1,52$ et l'équation de la droite est $\sin i_1 = 1,52 \times \sin i_2$.

L'indice de réfraction n_R du verre pour la lumière monochromatique rouge vaut donc 1,52.

Variation du sinus de l'angle d'incidence en fonction du sinus de l'angle de réfraction



EXERCICE IV

- Pour déterminer la hauteur de cette protubérance, il faut utiliser la proportionnalité existante entre les dimensions réelles et celles sur la photo. Il est en effet aisé de mesurer le diamètre du Soleil et la hauteur de la protubérance sur la photo. Une simple règle suffit et l'on obtient 4,3 cm pour le diamètre du Soleil et 1,2 cm pour la protubérance. Remplir le tableau de proportionnalité pour déterminer la hauteur réelle de la protubérance revient à trouver le facteur d'échelle permettant de passer de la photo sur votre énoncé à la réalité.

	Sur la photo	Dans la réalité
Diamètre du Soleil	4,3 cm	$1,39 \cdot 10^6$ km
Hauteur de la protubérance	1,2 cm	x =

Soit $x = 1,2 \times \frac{1,39 \cdot 10^6}{4,3} = 3,8 \cdot 10^5$ km.

- Puisque le diamètre est le double du rayon, celui de de la Terre vaut donc $1,28 \cdot 10^4$ km, la hauteur de cette protubérance est environ 30 fois supérieur à celui-ci puisque $\frac{3,8 \cdot 10^5}{1,28 \cdot 10^4} = \frac{3,8}{1,28} \times \frac{10^5}{10^4} = 2,96 \cdot 10^1 \approx 30$.

EXERCICE V

- Si le rayon ne se réfracte pas en arrivant sur la surface de séparation Air – Verre, c'est parce qu'il y a arrive selon la normale (i.e. perpendiculairement au dioptre). Et que puisqu'alors i_1 vaut 0° , d'après la loi de Descartes, i_2 aussi et le rayon de lumière ne change donc pas de direction.
- L'indice de réfraction de la lumière de couleur rouge n_R et celui de la couleur bleue n_B n'étant pas les mêmes (le verre de ce prisme est en effet un milieu dispersif), il faut appliquer la loi de Descartes à deux reprises. L'angle d'incidence est d'environ 33 degrés, le milieu 2 étant l'air a pour indice $n_2 = 1$ et les relations deviennent donc $n_R \times \sin 33 = 1 \times \sin i_{2R}$ (pour le rayon rouge) et $n_B \times \sin 33 = 1 \times \sin i_{2B}$ (pour le rayon bleu). Soient $i_{2R} = \arcsin(1,5 \times \sin 33) = 54,8^\circ$ et $i_{2B} = \arcsin(1,6 \times \sin 33) = 60,6^\circ$ ce qui justifie le schéma ci-contre et explique le phénomène lumineux appelé spectre de la lumière blanche observé à la sortie d'un prisme.

