Corrigé et barème – Lumière : propagation, réfraction et dispersion

Propagation rectiligne, vitesse de la lumière dans le vide et dans l'air, indice optique d'un milieu ; lois de Snell-Descartes pour la réflexion et la réfraction ; tester la loi et déterminer un indice à partir d'une série de mesures ; dispersion de la lumière blanche par un prisme.

Durée : 60 min – Calculatrice autorisée – Sur 20 points · Physique-Chimie (2nde) 2nde

Exercice 1 – Vitesse de la lumière et indice optique ★★ *(4 pts)*

a) $\mathbf{c = 3{,}00 \times 10^{8}\ m/s}$; la lumière se propage en ligne droite dans un milieu **transparent et homogène**. (1)

b) $v = \dfrac{c}{n} = \dfrac{3{,}00 \times 10^{8}}{1{,}77} \approx \mathbf{1{,}69 \times 10^{8}\ m/s}$. (1)

c) $n = \dfrac{c}{v} = \dfrac{3{,}00 \times 10^{8}}{2{,}31 \times 10^{8}} \approx \mathbf{1{,}30}$, sans unité (supérieur à 1 : cohérent). (1)

d) $\dfrac{1{,}69 \times 10^{8}}{340} \approx \mathbf{5{,}0 \times 10^{5}}$: même ralentie par le saphir, la lumière va un demi-million de fois plus vite que le son dans l'air. (1)

Le point clé — n = c ÷ v, toujours supérieur à 1 ; même dans un milieu, la lumière reste incomparablement plus rapide que le son.

Exercice 2 – Durées de propagation ★★ *(4 pts)*

a) $\Delta t = \dfrac{d}{c} = \dfrac{7{,}79 \times 10^{11}}{3{,}00 \times 10^{8}} \approx 2{,}60 \times 10^{3}$ s, soit **43,3 min** environ. (1)

b) $\Delta t = \dfrac{7{,}79 \times 10^{11}}{1{,}5 \times 10^{4}} \approx 5{,}2 \times 10^{7}$ s, soit $\approx$ **1,6 an**, contre 43 minutes pour la lumière. (1)

c) Le signal fait l'aller et le retour : $d = \dfrac{c \times \Delta t}{2} = \dfrac{3{,}00 \times 10^{8} \times 276}{2} = \mathbf{4{,}14 \times 10^{10}\ m}$. (1)

d) $\Delta t = \dfrac{12}{3{,}00 \times 10^{8}} = \mathbf{4{,}0 \times 10^{-8}\ s}$: 40 milliardièmes de seconde, une durée bien trop courte pour être perçue. (1)

Repère — Toujours se demander si la lumière fait un aller simple ou un aller-retour.

Exercice 3 – Réflexion sur un miroir plan ★★ *(4 pts)*

a) L'angle se mesure depuis la normale : $\mathbf{i = 90{,}0 - 22{,}0 = 68{,}0^{\circ}}$. (1)

b) Loi de Snell-Descartes pour la réflexion : r = i, donc $\mathbf{r = 68{,}0^{\circ}}$, de l'autre côté de la normale, dans le plan d'incidence. (1)

c) $i + r = 2 \times 68{,}0 = \mathbf{136^{\circ}}$. (1)

d) La normale tourne de $5{,}0^{\circ}$: $i = 73{,}0^{\circ}$ et l'angle entre les rayons vaut 146°. Le rayon incident étant fixe, le rayon réfléchi a tourné de $146 - 136 = \mathbf{10{,}0^{\circ}}$, le double de la rotation du miroir. (1)

Le point clé — Angles depuis la normale ; un miroir tourné de α fait tourner le rayon réfléchi de 2α.

Exercice 4 – Réfraction de l'air vers un liquide ★★★ *(4 pts)*

a) $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$: n_1 et n_2 indices du milieu d'incidence et du milieu de réfraction ; i_1 et i_2 angles d'incidence et de réfraction, mesurés depuis la normale. (1)

b) $\sin i_2 = \dfrac{\sin 57{,}0^\circ}{1{,}44} = \dfrac{0{,}8387}{1{,}44} \approx 0{,}582$, d'où $\mathbf{i_2 \approx 35{,}6^\circ}$. (1)

c) Le rayon tourne de $\mathrm{i}_1 - \mathrm{i}_2 = 57{,}0 - 35{,}6 = \mathbf{21{,}4^\circ}$ vers la normale. (1)

d) $\dfrac{\sin 57{,}0^\circ}{\sin 34{,}5^\circ} = \dfrac{0{,}8387}{0{,}5664} \approx 1{,}48$ et $\dfrac{\sin 62{,}0^\circ}{\sin 36{,}5^\circ} = \dfrac{0{,}8829}{0{,}5948} \approx 1{,}48$: le quotient des sinus est le même pour les deux mesures (celui des angles, lui, passe de 1,65 à 1,70), la loi est vérifiée. Indice : **1,48** (plus grand que 1,44 : à incidence égale, l'angle de réfraction est plus petit, cohérent). (1)

Méthode — Milieu 1 = celui d'où vient la lumière ; on isole le sinus cherché, puis touche $\sin^{-1}$ en degrés.

Exercice 5 – Du verre vers l'air ; dispersion ★★★ *(4 pts)*

a) $\sin i_2 = 1{,}66 \times \sin 21{,}0^\circ = 1{,}66 \times 0{,}3584 \approx 0{,}595$, d'où $\mathbf{i_2 \approx 36{,}5^\circ}$. (1)

b) $\mathrm{i}_2 > \mathrm{i}_1$: le rayon **s'écarte de la normale**, car il passe dans un milieu moins réfringent ($1{,}00 < 1{,}66$). (1)

c) $\sin i_2 = 1{,}69 \times 0{,}3584 \approx 0{,}606$, d'où $\mathbf{i_2 \approx 37{,}3^\circ}$. (1)

d) L'indice dépend de la radiation : chaque radiation de la lumière blanche ressort avec son propre angle, les couleurs se séparent (**dispersion**). Avec $\mathrm{i}_2 = \mathrm{n} \times \sin \mathrm{i}_1$, le plus grand indice donne le plus grand angle : **le violet** s'écarte le plus de la normale. (1)

Repère — Indice plus grand pour le violet : c'est lui qui est le plus dévié.

Ce document est la propriété intellectuelle de Ben, professeur particulier (benprofparticulier.fr), protégée par le Code de la propriété intellectuelle (art. L. 111-1 et L. 122-4). Il est mis à disposition pour un usage personnel de révision. Toute reproduction, diffusion, mise en ligne ou revente, totale ou partielle, sans autorisation écrite est interdite et constitue une contrefaçon (art. L. 335-2).