



Travail écrit de physique n°1

Problème 1 (4 pts)

Un prisme isocèle d'angle au sommet de 30° et d'indice de 1.8 est accolé à un second prisme isocèle d'angle au sommet de 20° et d'indice 1.5 (voir figure). On envoie ces rayons sous un angle d'incidence de 45° sur le premier prisme. Calculer l'angle sous lequel le rayon sort du 2^{ème} prisme et la déviation (angle entre le rayon entrant et sortant) produite par les 2 prismes.

Remarque : avec un dessin à l'échelle le rayon sort par la surface latérale du 2^{ème} prisme !!!

Problème 2 (3 pts)

Un satellite géostationnaire émet à une puissance de 100 W et une ouverture numérique de 0.0: en direction de la Suisse. Le satellite se trouve à une altitude de 36'000 km de la Terre. Déterminer la puissance captée sur la Terre avec une antenne parabolique Onyx de Loèche qui a un diamètre d'environ 4 m. On admette que l'antenne est perpendiculaire aux rayons émis par satellite.

$$\tan(\alpha) = \frac{op}{ad} \rightarrow op = \tan(\alpha) \cdot ad$$

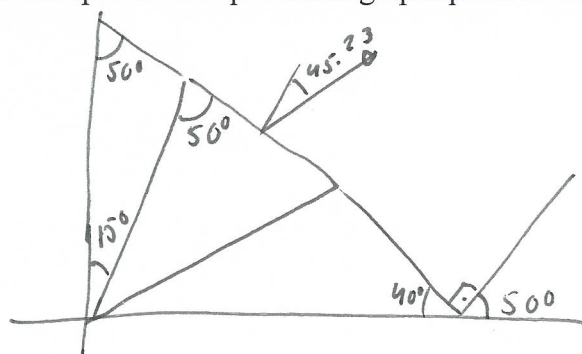
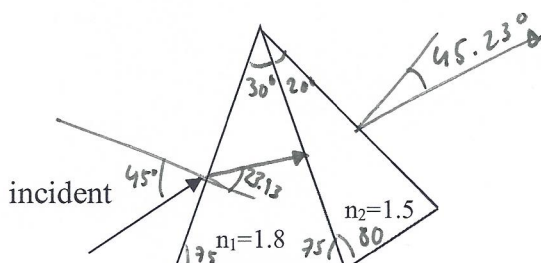
Problème 3 (3 pts)

Un rayon monochromatique rouge, dont la longueur d'onde dans le vide vaut 630 nm, frappe le milieu de la face latérale d'un prisme (angle au sommet 20°), sous un angle d'incidence de 30° . ressort du prisme sur l'autre face latérale, perpendiculairement à celle-ci. Sachant que le prisme est immergé dans l'eau,

- déterminer la longueur d'onde et la fréquence du rayon rouge dans l'eau,
- déterminer l'indice de réfraction du prisme.

Problème 4 (4 pts)

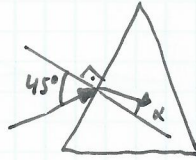
Les caractéristiques de la fibre optique à saut d'indice ci-dessous sont : diamètre extérieur du coeur : 67.5 μm , indice de réfraction du coeur : 1.51 ; diamètre extérieur de la gaine optique : 125 μm , indice de réfraction de la gaine optique : 1.47. Pour simplifier on admettra que cette fibre ne possède exceptionnellement pas de matière plastique autour de la gaine optique et qu'elle est complètement immergée dans l'eau (indice de réfraction de l'eau 1.33). Déterminer l'ouverture numérique dans ce cas spécial et représentez graphiquement la trajectoire du rayon limite.



Physique

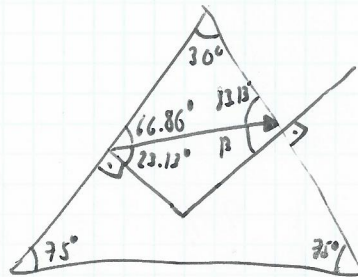
3.11.18
4.1 + 0.3 = 4.3

1/ Premier prisme :



$$\sin(\alpha) \cdot n_1 = \sin(45^\circ)$$

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{\sin(45^\circ)}{n_1}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin(45^\circ)}{1.8}\right) = 23.13^\circ$$



$$\beta = 90^\circ - 83.13^\circ = 6.86^\circ$$

Le rayon sort du premier prisme avec un angle d'incidence $\beta = 6.86^\circ$

Deuxième prisme :

$$\sin(z) \cdot n_2 = \sin(\beta) \cdot n_1$$

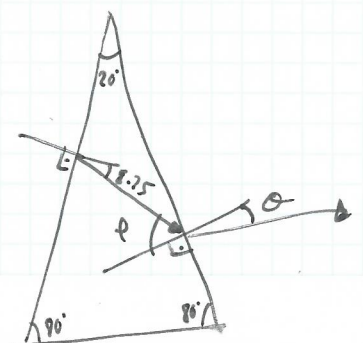
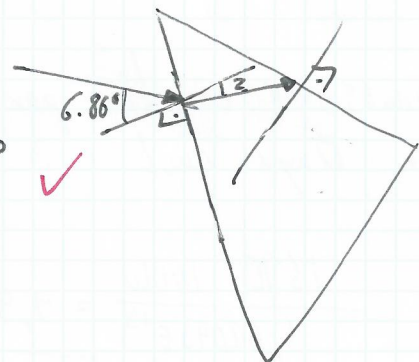
$$z = \arcsin\left(\frac{\sin(\beta) \cdot n_1}{n_2}\right) = \arcsin\left(\frac{\sin(6.86^\circ) \cdot 1.8}{1.5}\right) = 8.25^\circ$$

$$\varphi = 90^\circ - (180^\circ - 20^\circ - 90^\circ - 8.25^\circ) = 28.25^\circ$$

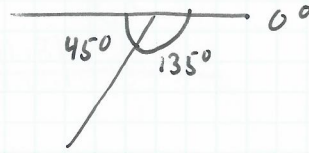
$$\sin(\varphi) \cdot n_2 = \sin(\theta) \cdot 1$$

$$\theta = \arcsin(\sin(\varphi) \cdot n_2) = \arcsin(\sin(28.25^\circ) \cdot 1.5) = 45.23^\circ$$

Le rayon sort avec un angle de 45,23° par rapport à la normal



déviation : rayon entrant :



rayon sortant



$$\text{différence} = 135^\circ + 4,76^\circ = \underline{\underline{139,76^\circ}}$$

$$(3.5) + [0.5]$$

Problème 2

$$\text{ON} = \sin(\alpha)$$

$$0.05 = \sin(\alpha)$$

$$\alpha = 2,86^\circ$$

$$r = 2 \cdot (\tan(2.86^\circ) \cdot 36\,000\,000) \quad ??$$

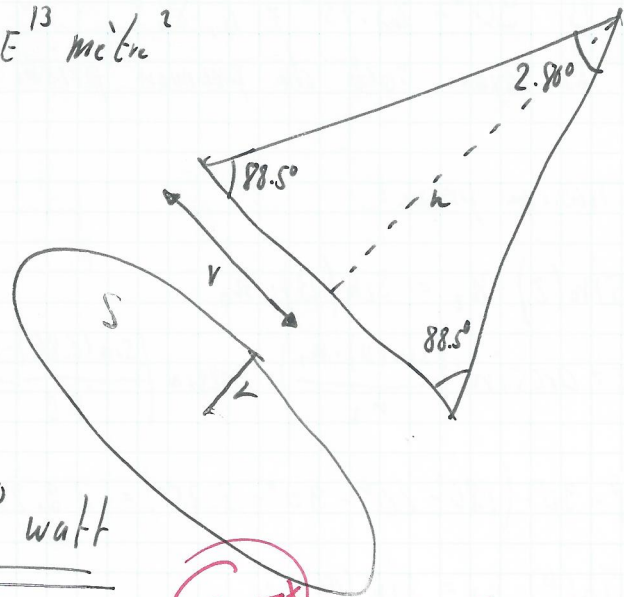
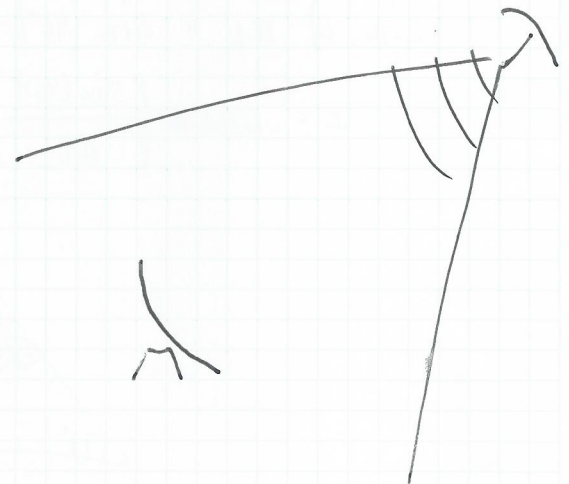
$$= 1,8022 \cdot 10^6 \text{ mètres}$$

$$S = \pi \cdot r^2 = \pi \cdot (1,8022 \cdot 10^6)^2 = 1,02043 \cdot 10^{13} \text{ m}^2$$

$$S_{\text{Onyx}} = \pi \cdot 4^2 = 16\pi \text{ m}^2 \quad \text{nan}$$

La puissance captée par la station Onyx vaut

$$\frac{16\pi \cdot 100\text{W}}{1,02043 \cdot 10^{13}} = \underline{\underline{4,9259 \cdot 10^{-10} \text{ watt}}}$$



$$h = 36\,000 \text{ km}$$

$$(2.5^x) + 0.25$$

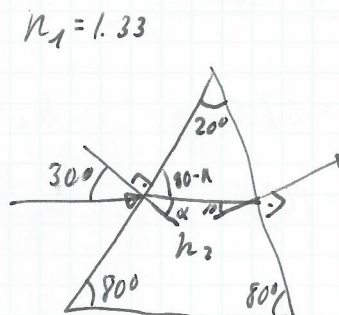
Problème 3

$$\lambda_0 = 630 \text{ nm}$$

$$a) \lambda_{\text{eau}} = \frac{\lambda_0}{n_{\text{eau}}}$$

$$= \frac{630 \text{ nm}}{1.33} = \underline{\underline{473.68 \text{ nm}}} \quad \checkmark$$

$$f = \frac{c}{\lambda_0} = \frac{3 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}}{630 \text{ nm}} = \underline{\underline{476.19 \text{ THz}}} \quad \text{non} \quad \underline{\underline{476.19 \text{ THz}}}$$



b) Pour qu'il ressort du prisme selon la normale, l'angle d'incidence

Beta vaut $\arcsin\left(\frac{n_{\text{eau}}}{n_{\text{prisme}}}\right)$

l'angle α vaut $\arcsin\left(\frac{\sin(30^\circ) \cdot n_{\text{eau}}}{n_{\text{prisme}}}\right)$, on trouve donc par géométrie que $\beta = 90^\circ - (180^\circ - 20^\circ - (90^\circ - \alpha))$

$$\text{donc} \rightarrow \arcsin\left(\frac{n_{\text{eau}}}{n_{\text{prisme}}}\right) = 90^\circ - (180^\circ - 20^\circ - (90^\circ - \arcsin\left(\frac{\sin(30^\circ) \cdot n_{\text{eau}}}{n_{\text{prisme}}}\right)))$$

\Rightarrow calculer n_{prisme}

$$\Rightarrow n_{\text{prisme}} = 5.7592$$

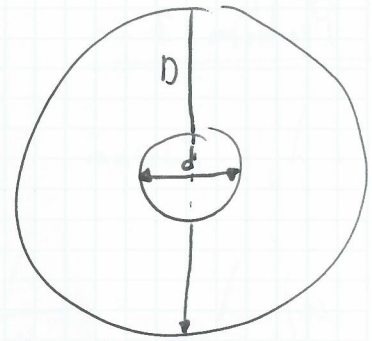
①

$$n_{\text{eau}} = 1.33$$

Problème 4

$$d = 67.5 \mu\text{m} \quad n_c = 1.51$$

$$D = 125 \mu\text{m} \quad n_g = 1.47$$



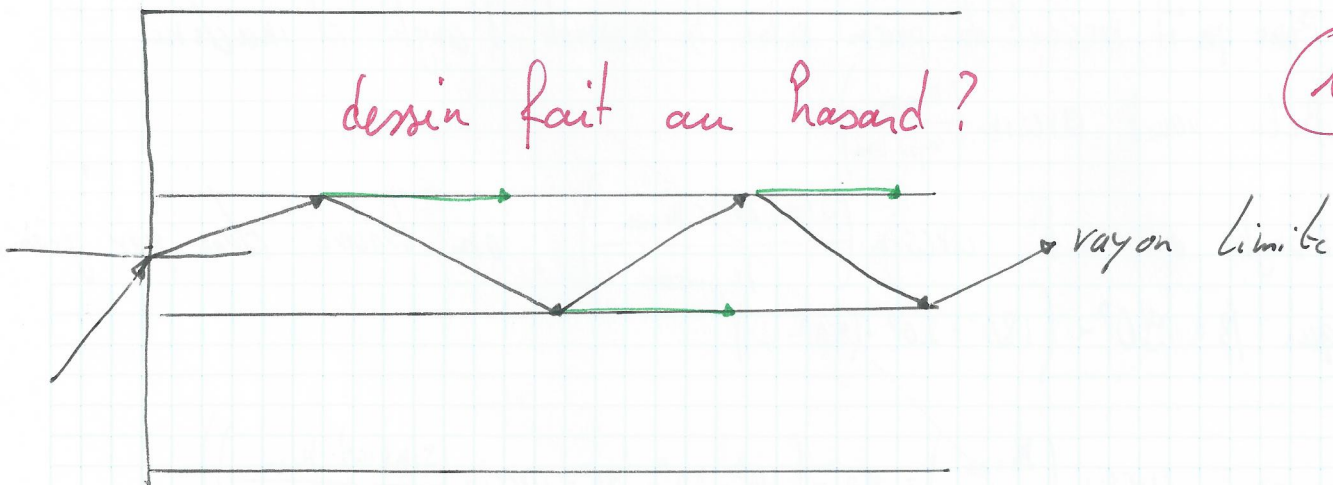
$$\text{Ouverture numérique} = \sqrt{n_c^2 - n_g^2} = \sqrt{1.51^2 - 1.47^2} = 0.3452 \quad \checkmark$$

$$\text{Rayon limite : } \sin(\alpha_{\text{max}}) = \text{ON}$$

$$\alpha_{\text{max}} = \arcsin(0.3452) = 20.1973^\circ \quad \text{non}$$

dessin fait au hasard ?

1.5



$$\frac{8.5^+}{14} + 0.75$$

$$\frac{8.75^+}{14} + 9.25^+ / 14$$



Vitesse de la lumière dans le vide = $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Indice de réfraction $n = \frac{c}{\text{vitesse}}$

$n_{\text{air}} \approx 1$

Réfraction: $n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2)$

$$\alpha_{\text{max}} = \arcsin\left(\frac{n_2}{n_1}\right)$$

Si $n_2 > n_1$ alors $\alpha_1 < \alpha_2$

Si $\alpha_1 > \alpha_{\text{max}}$ il y a réflexion

Vitesse d'une onde = $v = \lambda \cdot f$

$$\sigma = 2,898 \cdot 10^{-3} \text{ Kelvin/mètre}$$

$$\lambda_{\text{max}} = \frac{b}{\text{Kelvin}}$$

Paissance totale d'émission $P_{\text{tot}} = \epsilon \sigma (T^4 - (T_0)^4) \cdot A$

$$\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{K}^4$$

ϵ = pouvoir émissif de la couleur 1 pour noir blanc

Kelvin de l'objet

Kelvin autour de l'objet

Surface où le rayonnement est émis

$$\text{Paissance (watt)} = \frac{dE}{dt}$$

$$\text{Energie d'un photon} = E = h \cdot f \quad h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$$

Vitesse, fréquence et longueur d'onde

$$\lambda_{\text{vide}} = 1550 \text{ nm}$$

λ = une période

signal carré

$$\lambda = v \cdot T$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$T = \frac{1}{f_{\text{reg}}}$$

Fibres optiques:

Celsius $+273$ Kelvin

$$KWh = h \cdot \frac{W}{1000}$$

$$\text{nombre de photons} = \frac{P \cdot t}{E}$$

$$S_{\text{sphère}} = 4\pi r^2$$

$$\text{longueur d'onde } \lambda_n = \frac{\lambda_0}{n}$$

$$\sin(\alpha_{\text{max}}) = \sqrt{n_{\text{cœur}}^2 - n_{\text{gaine}}^2}$$

$$\text{nombre de modes dans une fibre: } V = \frac{2 \cdot \pi \cdot \text{rayon} \cdot \text{ouverture numérique}}{\lambda}$$

$$1550 - 1310 = \text{mono} = 10/125/250$$

$$850 - 1310 = \text{multi} = 50/125/250$$

Si plus que 2.9 \Rightarrow multimode
2.9 ou moins \Rightarrow mono

