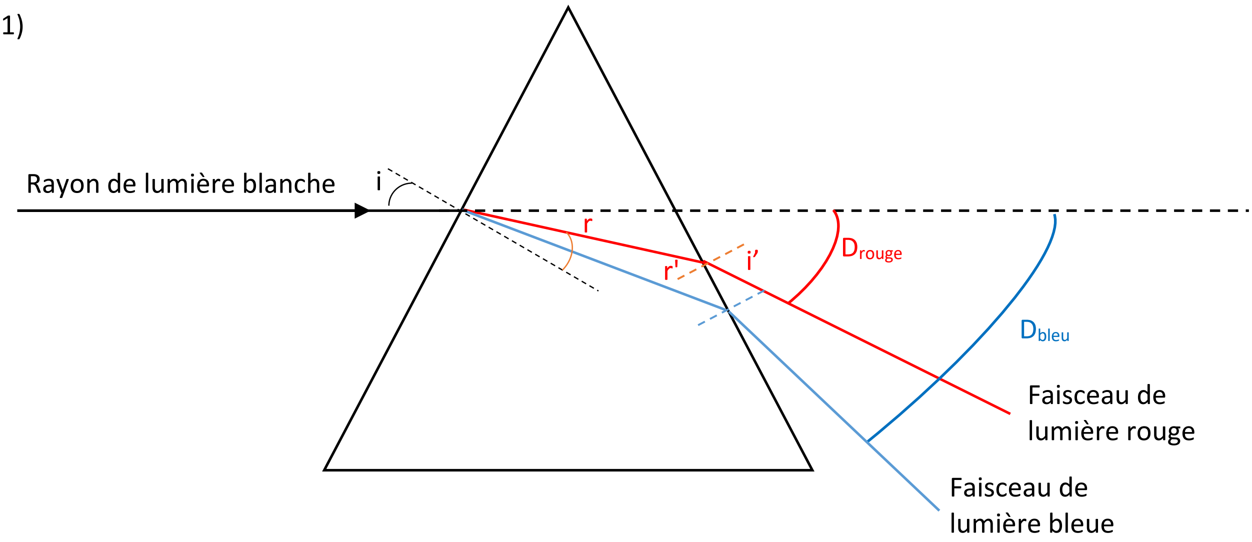
Corrigé de l'examen Phys102 « Lumière, image, couleurs »
8 janvier 2019

Exercice 1 : Spectroscopie d'une nébuleuse

1)



L'indice du prisme n est plus grand que l'indice de l'air (~1), donc les rayons se rapprochent de la normale sur le 1er dioptre et s'écartent de la normale sur le 2^{e} dioptre (3ème loi de Snell-Descartes).
De plus, d'après le tableau, $\mathbf{n_{bleu} > n_{rouge}}$, donc le rayon bleu sera plus réfracté et donc plus dévié par le prisme que le rayon rouge.

2) **Ultra-Violet inférieur à 400nm**, **visible de 400 à 750-800 nm** environ, puis **infra-rouge au-delà de 750-800 nm**.

3) On note (un pic vers 350 nm dans l'UV,) des pics bleus entre 430 et 500 nm et des pics rouges vers 660 nm. Donc il y a principalement une raie **rouge** et 2 raies **bleues**.

4) D'après le schéma de la synthèse additive des lumières, le **mélange du bleu et du rouge** donnera du **magenta**, si les pics bleu et rouge avaient des intensités comparables. Ici **le rouge domine un peu sur le bleu**…

5) Avec un filtre jaune, c'est la **lumière bleue qui est absorbée** d'après le schéma de la synthèse soustractive. Ou encore, on peut dire que seule la lumière jaune (composée de lumière verte et de lumière rouge) est transmise. Comme NGC 40 ne contient pas de vert, elle apparaitra **rouge**.

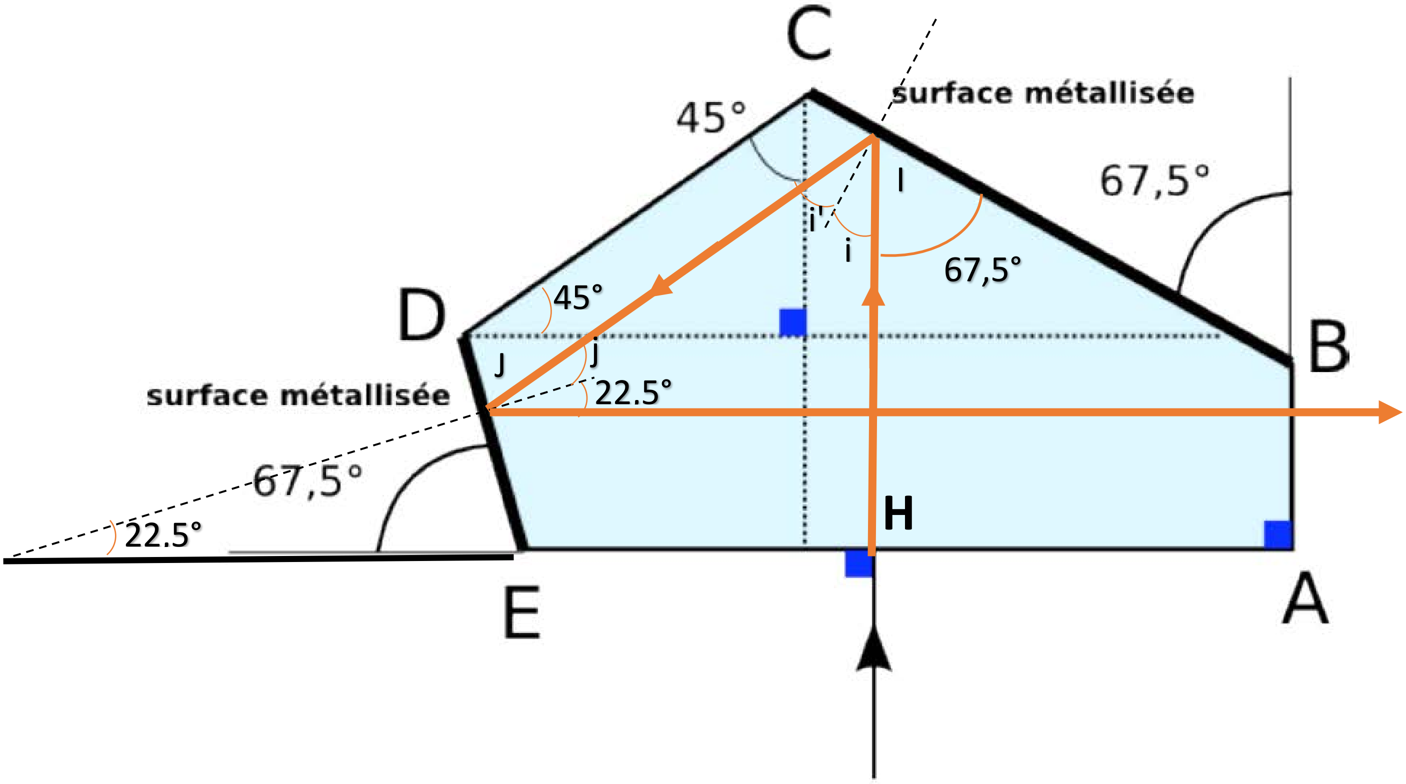
Problème 2 : Etude de quelques aspects d'un appareil photo réflex numérique

A- Etude du pentaprisme

A-1) Il ne pourra y avoir réflexion totale, que si l'angle d'incidence *i* reste inférieur à l'angle de réfraction *r* dont la valeur maximale atteint 90° pour un angle d'incidence i_{lim}.
Donc la condition nécessaire à la réflexion totale (mais pas suffisante) est qu'il faut conserver l'égalité $n_1 \sin i = n_2 \sin r$ c'est-à-dire qu'il faut que $\boldsymbol{n_2 < n_1}$

A-2) Dans le cas où $n_2 < n_1$ il y aura réflexion totale pour tout angle $\boldsymbol{i > i_{lim} = \arcsin (n_2/n_1) = \arcsin (1/1,5) = 41,8°}$. Ces 2 conditions sont nécessaires et suffisantes.

A-3) Le rayon incident étant // à (AB), l'angle HIB vaut 67,5°. Donc **i = 90 - 67,5 = 22,5°**



A-4) L'angle i' entre le rayon réfléchi sur (BC) et la normale à (BC) vaut aussi 22,5° (2ème loi de Snell-Descartes). **Ainsi i + i' = 45°** : c'est l'angle entre le faisceau réfléchi et la perpendiculaire à (EA). Or **(CD) fait aussi un angle de 45°** avec la perpendiculaire à (EA). Donc le **faisceau réfléchi en I est // à (CD).**

A-5) Ce rayon réfléchi arrive en J sur (DE) et fait un angle j avec la normale à (DE).
(IJ) étant // à (CD), j vaut donc l'angle CDE - 90°. Or, l'angle en D entre (CD) et l'horizontale vaut 45°, et l'angle en D entre l'horizontale et (DE) vaut 67,5°. Donc **j** = 45 + 67,5 - 90 = **22,5°**.

A-6) Le prisme étant en verre, il faudrait que les angles i et j soient supérieurs à $\boldsymbol{i_{lim}}$ **= 41,8°** pour qu'il y ait réflexion totale en I et en J. Or ils sont 2 égaux à **22,5° < 41,8°**. **Il ne peut pas y avoir réflexion totale**, sauf si **on métallise** les 2 faces (BC) et (DE), et ainsi **on ne pas perd pas d'intensité lumineuse par réfraction.**

A-7) Voir **schéma** (**rayons** + **I, J, i, j**) plus haut.
Angle entre (IJ) et le faisceau réfléchi en J = **2j = 45°.** En J, le faisceau est donc réfléchi **// à (EA),** arrive perpendiculairement sur (AB) et ressort **horizontalement sans être dévié.**

B- Objectif et photographie

B-1) Relation de conjugaison d'une lentille mince : $\frac{1}{\overline{OF'_1}} = \frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}}$

Pour un objet réel devant la lentille, $\overline{OA}$ = -210 mm = -2 $\overline{OF'_1}$ alors $\overline{OA'} = -\overline{OA}$ = **210 mm > 0** donc A' est une image **réelle**.

B-2)

a) $\overline{OA'} = 1\Big/\left(\frac{1}{\overline{OA}} + \frac{1}{f'1}\right) = 1\Big/\left(\frac{1}{-1000} + \frac{1}{105*10^{-3}}\right) = \mathbf{105{,}011\ mm}$

Ou bien : L'objet étant à 1 km de la lentille L_1, on peut considérer qu'il est à l'infini. Ainsi d'après la relation de conjugaison, **A' est formée sur F'$_1$** (**$\overline{OA'}$ = 105 mm**) où l'image est nette : c'est là que doit se situer le capteur.

b) **$\delta\,\overline{OA'}$ = ($\overline{OA'}_{max}$ - $\overline{OA'}_{min}$)/2** d'après la méthode de l'encadrement avec :

$$\overline{OA'} = \frac{\overline{OF'_1} \times \overline{OA}}{\overline{OF'_1} + \overline{OA}}$$

Alors pour $\overline{OA}_{max}$ = -1,1 km on a $\overline{OA'}_{min}$ = 105,010023 mm

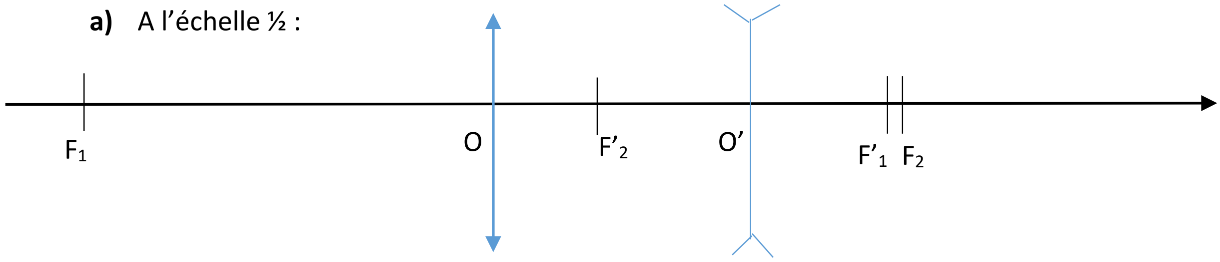
Et pour $\overline{OA}_{min}$ = -0,9 km on a $\overline{OA'}_{max}$ = 105,012251 mm

Donc $\delta\,\overline{OA'}$ **= 0,001 mm = 1 µm**.

c) $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}} = \frac{\overline{OA'}}{\overline{OA}}$ alors $\overline{A'B'} = \frac{\overline{OA'} \times \overline{AB}}{\overline{OA}}$ = 105 10^{-3} x 10/(-10^3) = **-1,05 mm = $\overline{A'B'}$**

B-3)

a) A l'échelle ½ :



b) $\overline{O'A'} = \overline{O'O} + \overline{OA'} = \overline{OA'} - \overline{OO'} = 105{,}011 - 70 = 35{,}011 \text{ mm} > 0$

Ou bien : L'image A'B' de la maison par la lentille convergente L_1 est formée sur F'$_1$ et devient un objet pour la deuxième lentille.

=> **Comme A' est à droite de L_2, A'B' est un objet virtuel pour L_2**.

c) Comme $\overline{OA'}$ = 105 mm, $\overline{O'A'} = 105 - 70 = 35$ mm. Si A''B'' est l'image finale après L_2,

$$\overline{O'A''} = \frac{\overline{O'F'_2} \times \overline{O'A'}}{\overline{O'F'_2} + \overline{O'A'}} = \frac{-40 \times 35}{-40 + 35} = \mathbf{280\ mm\ ou\ 280{,}7mm}$$

L'image A''B'' se forme à 280 mm de O'. **Elle est réelle car $\overline{O'A''}$ est > 0**.

d)

$\gamma' = \frac{\overline{A''B''}}{\overline{A'B'}} = \frac{\overline{O'A''}}{\overline{O'A'}}$ **= 280/35 = 8**

$\overline{A''B''} = \frac{\overline{O'A''} \times \overline{A'B'}}{\overline{O'A'}}$ **= 8 $\overline{A'B'}$ = 8 x -1,05 = -8,4 mm**

A''B'' est dans le même sens que A'B'.

e) L'association de L_1 convergente et de L_2 divergente a permis d'obtenir une **image 8 fois plus grande** qu'avec L_1 seule, pour un **encombrement raisonnable**. Il s'agit d'un **téléobjectif**.