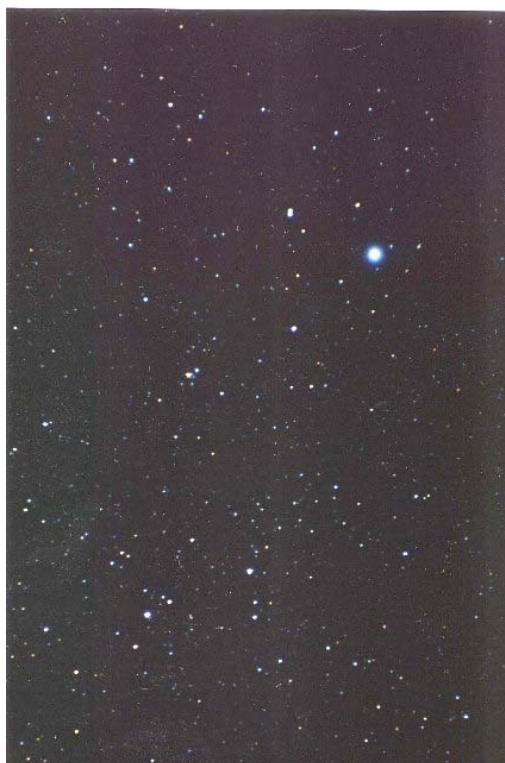


Véga

Véga, dans la constellation de la lyre, est une des étoiles les plus brillantes du ciel.



I – Etude de la couleur de l'étoile

1) La température effective de surface de l'étoile est : $T = 9\,500\text{ K}$. En appliquant la loi de déplacement de Wien : $\lambda_m T = 0,002896$, à quelle longueur d'onde λ_m cette étoile émet-elle le plus d'énergie ? Dans quel domaine de longueur d'onde se situe λ_m ?

2) Représenter qualitativement la distribution relative spectrale d'énergie.
Pourquoi cette étoile apparaît-elle bleutée ?

3) Cette étoile se situe à une distance : $L = 25,3$ années lumière (al).
- Au bout de combien de temps la lumière émise par cette étoile nous parvient-elle ?
- Quelle est, en kilomètres, la distance Terre-Véga ?

II – Observation de l'étoile à l'aide d'un télescope de type Cassegrain

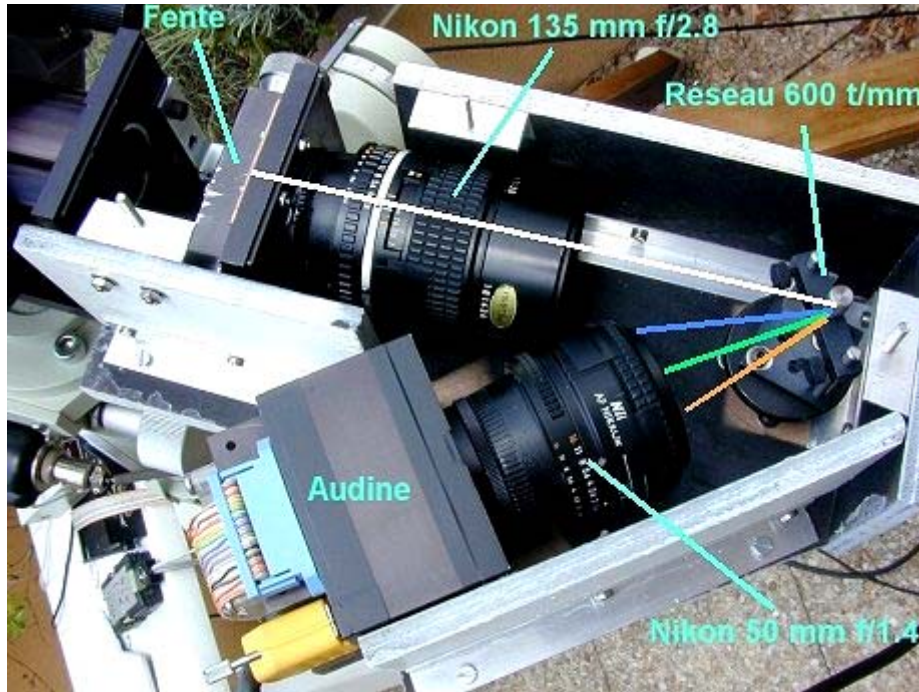
Un télescope est formé d'un miroir concave qui renvoie la lumière vers une lentille convergente. Pour simplifier, on suppose que le télescope est formé de 2 lentilles qui forme une lunette afocale. Une lunette est afocale si le plan focal image de l'objectif coïncide avec le plan focal objet de l'oculaire.

L'objectif est une lentille de distance focale $O_1F'_1$ (ou focale) de 1200 mm et de diamètre : $d = 200$ mm. L'oculaire a une focale de 45 mm.

- 1) Tracer la marche d'un faisceau de lumière parallèle à l'axe optique venant du centre de l'étoile. Bien noter sur le schéma optique (qui ne sera pas fait à l'échelle) les centres optiques des lentilles et le plan focal image de l'objectif.
- 2) Tracer la marche d'un faisceau de lumière parallèle faisant un angle : $\alpha = 0,0015''$ (1,5 milliseconde d'arc = 1,5 mas) avec l'axe optique de la lunette.
- 3) Quel est le grossissement : $G = \alpha'/\alpha$ de la lunette dans ce cas ?
- 4) Calculer l'angle α' sous lequel l'œil voit le centre et le bord de l'étoile à travers la lunette.
- 5) Quel est le diamètre angulaire apparent β' de l'étoile vue à travers la lunette ?
En fait, l'étoile semble beaucoup plus grosse car elle est très lumineuse et est entourée d'un nuage de poussières de 15 milliards de kilomètres.
- 6) Même à travers une grosse lunette, il est impossible de voir l'image d'un point lumineux. Il faut tenir compte de la lumière diffractée par l'instrument, qui forme un tout petit disque (disque d'Airy), dont la taille dépend du diamètre d de l'objectif.
Sachant que l'on observe un premier minimum de diffraction pour : $\sin \theta = 1,22 \lambda/d$, déterminer le diamètre de la tache de diffraction dans le plan focal image de l'objectif.
Pourquoi est-il intéressant d'utiliser des objectifs de diamètre important ?
Prendre : $\lambda = 550$ nm.

III – Observation du spectre émis par l'étoile

On supprime l'oculaire et on place dans le plan focal image de l'objectif une fente F de largeur $10\ \mu\text{m}$, un collimateur de distance focale : $f'_1 = 135\ \text{mm}$, un réseau plan par transmission ayant : $n = 600\ \text{traits par millimètre}$, gravé sur une largeur de $30\ \text{mm}$ et une caméra CCD de distance focale : $O_2F'_2 = f'_2 = 50\ \text{mm}$.



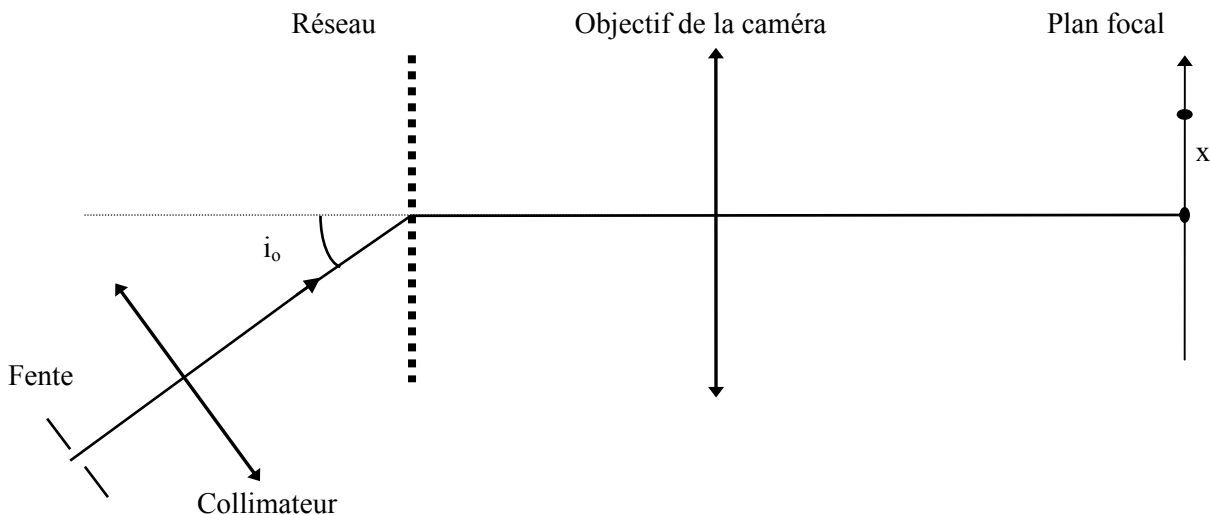
Sur ce cliché, le montage est presque le même, mais le réseau est utilisé en réflexion, pour un encombrement moindre.

1) On veut que les rayons de longueur d'onde : $\lambda_o = 550\ \text{nm}$ (couleur verte située au centre du spectre visible) se forme au foyer image de l'objectif de la caméra CCD.

Cette longueur d'onde : $\lambda_o = 550\ \text{nm}$ est appelée la longueur d'onde de calage.

Compléter le schéma optique du spectroscopie pour que l'image du *spectre normal d'ordre $k = +1$* se forme au foyer image de l'objectif de la caméra CCD.

Déterminer i_o .



2) Compléter le schéma donné en traçant la marche d'un faisceau lumineux de longueur d'onde : $\lambda = 500 \text{ nm}$.

3) Quelle relation peut-on établir entre x , n , k , f'_2 , λ et λ_0 si les angles sont très faibles.

4) La taille des pixels de la caméra CCD est : $p = 9 \mu\text{m}$.

Déterminer la dispersion spectrale, c'est à dire la plus petite variation $\Delta\lambda$ qui peut être appréciée. Montrer que : $\Delta\lambda = 0,3 \text{ nm}$.

5) En déduire le domaine spectral étudié si **la caméra a 1024 pixels au total**.

6) En observant le spectre de l'étoile, celui-ci présente un fond continu identique au spectre obtenu par décomposition de la lumière blanche, spectre auquel sont superposées des raies noires, raies d'absorption dues au fait que l'atmosphère gazeuse qui enveloppe l'étoile est susceptible d'absorber les raies caractéristiques des gaz qu'elle contient.

On observe 3 minima pour les pixels numéro N :

$$N_1 = - 354 \text{ pixels}$$

$$N_2 = + 213 \text{ pixels}$$

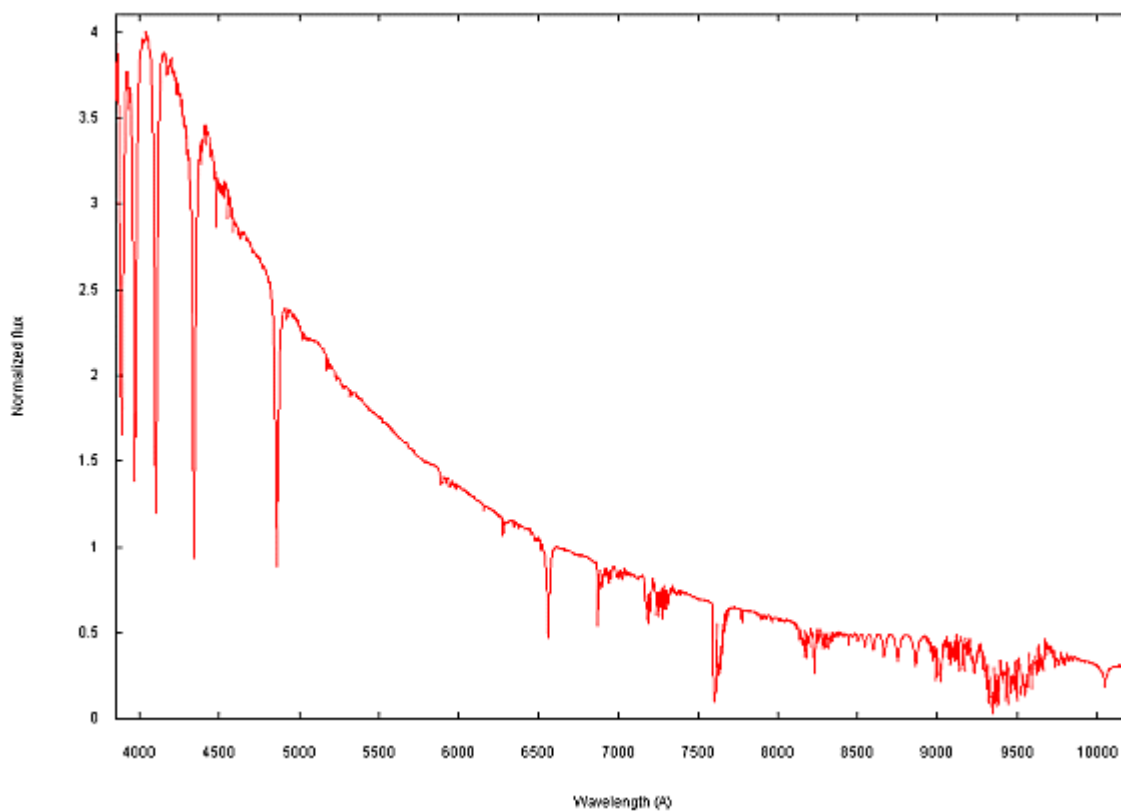
$$N_3 = + 386 \text{ pixels}$$

Calculer les longueurs d'onde correspondantes.

Les identifier sur le spectre.

7) Ces raies font-elles partie de la série de Balmer ($n = 2$) du spectre de l'atome d'hydrogène, les niveaux d'énergie étant donnés par la relation :

$$E_n \text{ (eV)} = - 13,6/n^2$$



8) Pourquoi observe-t-on d'autres raies ?