

1. Preuve de l'expansion de l'Univers1.1. (0,25 pt) Spectre NGC 691 : $\lambda = 5315 \text{ \AA}$ (0,25 pt) « redshift » $z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0}$

$$z = \frac{5315 - 5268}{5268} = 8,922 \times 10^{-3} = \mathbf{9 \times 10^{-3}}$$

Remarque : Une erreur de lecture d'un angstrom entraine une variation de $z = 0,2 \times 10^{-3}$. Il est raisonnable d'arrondir z à 9×10^{-3}

1.2. (0,5 pt) Vitesse d'éloignement de la galaxie NGC 691 par rapport à la Terre

$$V = c \cdot \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = c \cdot z$$

$$V = 2,99792 \times 10^8 \times 9 \times 10^{-3} = \mathbf{3 \times 10^6 \text{ m.s}^{-1}}$$

1.3. (0,5 pt) $V = c \cdot z$ et $z = \frac{H_0 d}{c}$ donc $V = c \cdot \frac{H_0 d}{c}$ (0,5 pt) $V = H_0 \cdot d$ avec $H_0 = \text{Cte}$, on vérifie que V est proportionnelle à d .1.4. (1 pt) D'après le document 1, $V = c \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = c \cdot z$ Le document 2 indique que pour les objets lointains z vaut entre 4 et 5.On aurait alors $4c < V < 5c$, or aucun objet ne peut se déplacer plus vite que la lumière.

Donc l'expression n'est pas applicable dans tous les cas.

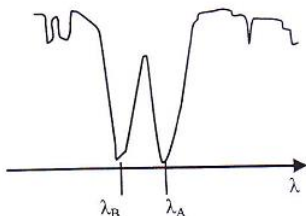
2. Détection d'une étoile double « spectroscopique ».Animation à voir <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/TeachRes/Movies162/spanim.gif>

2.1. (0,5 pt) Le document 1 montre que lorsqu'une source lumineuse s'éloigne de l'observateur alors la longueur d'onde de la lumière perçue augmente.

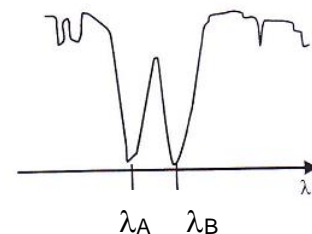
Comme l'étoile A s'éloigne λ augmente.L'étoile B se rapproche alors λ diminue.Finalement $\lambda_A > \lambda_B$. (voir remarque ci-après)

2.2. (0,5 pt) Relation entre λ_A et λ_B	$\lambda_A = \lambda_B$	$\lambda_A > \lambda_B$	$\lambda_A < \lambda_B$
Configuration(s)	2 et 4	1	3

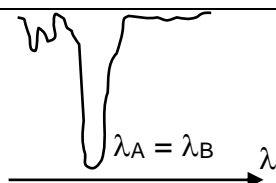
(1 pt) Configuration 1 : identique à celle du document 4



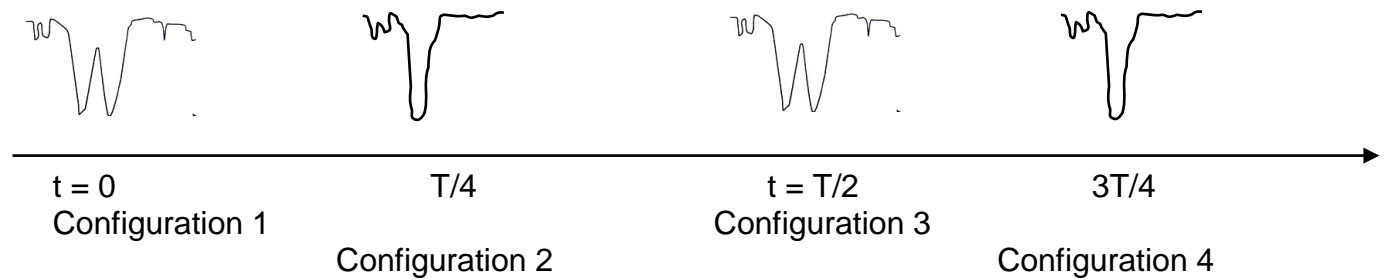
Configuration 3 :



Configuration 2&4 :



(0,5 pt) Pour passer de la configuration 1 à 3 les étoiles ont parcouru la moitié de leur orbite, il s'est alors écoulé une durée égale à $T/2$.



L'évolution temporelle des spectres est égale à $T/2$.

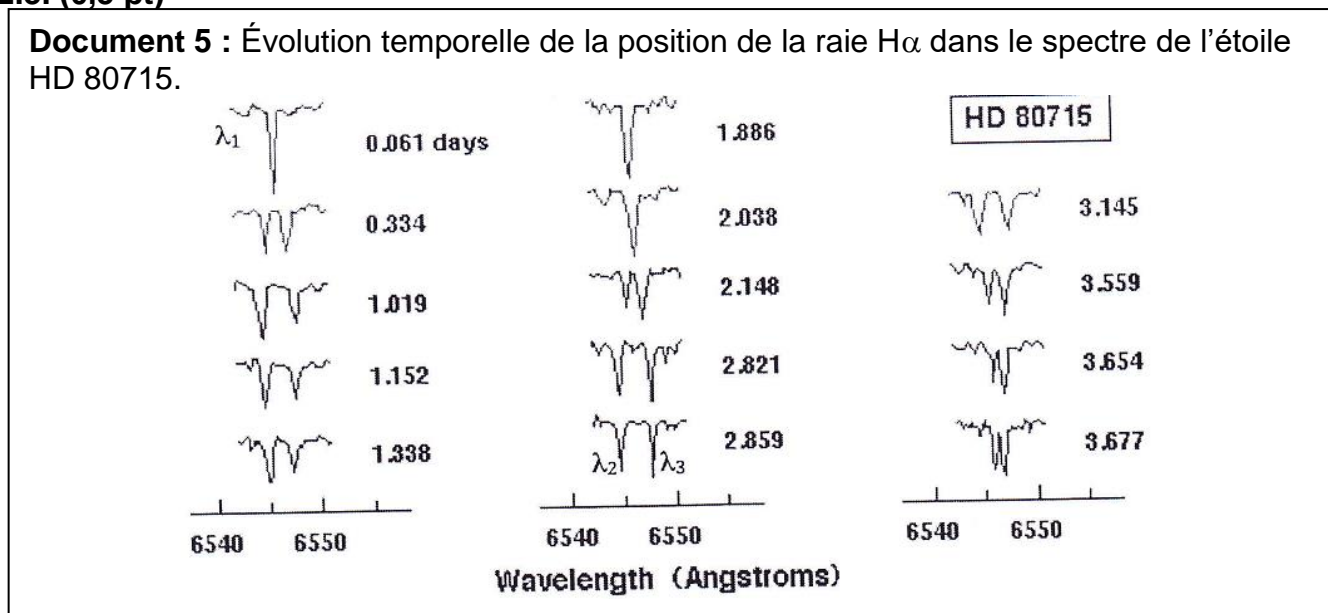
Remarque 2.1. & 2.2. :

Le centre de gravité du système {étoile A+ étoile B} est en mouvement par rapport à la Terre (il s'éloigne ou se rapproche, le sujet ne le dit pas). Dès lors l'effet Doppler se manifeste dans toutes les configurations.

Mais le centre de gravité de l'étoile A ne possède pas le même mouvement par rapport à la Terre que le centre de gravité de l'étoile B, dès lors l'effet Doppler ne se manifeste pas identiquement pour l'étoile A et pour l'étoile B.

Si l'on fait l'hypothèse que le centre de gravité de l'étoile double (système {étoile A+ étoile B}) s'éloigne de la Terre alors le centre de l'étoile A s'éloigne plus vite que ne le fait le centre de l'étoile B ce qui explique que $\lambda_A > \lambda_B$.

2.3. (0,5 pt)



Le document 5 montre que l'on retrouve la situation de la date « 0,061 days » aux dates « 1,886 » et « 2,038 ».

Dans le premier cas : $T / 2 = 1,886 - 0,061 = 1,825$ donc $T = 2 \times 1,825 = 3,650$ jours.

Dans le second cas : $T / 2 = 2,038 - 0,061 = 1,977$ donc $T = 2 \times 1,977 = 3,954$ jours.

En valeur moyenne, $T = (3,954 + 3,650) / 2 = 3,802$ jours.

La période de l'évolution temporelle de la position de la raie $H\alpha$ est proche de 3,8 jours.

Remarque : On a considéré que l'alignement exact des raies avait lieu à la date 0,061 d, puis que l'alignement suivant avait sans doute lieu entre les dates 1,886 et 2,038 d.