Q12 * Astrophysik * 1. Stegreifaufgabe am 16.01.2018

Angaben: $1\,\text{parsec} = 3{,}26\,\text{Lj}$, $1\,\text{Lj} = 9{,}461 \cdot 10^{15}\,\text{m}$ und $c = 3{,}00 \cdot 10^{8}\,\text{m/s}$

1. Der Stern Lalande 21185 im Sternbild Großer Bär ist der sechsnächste bekannte Stern zu unserer Sonne, und als so genannter Roter Zwerg trotzdem mit bloßem Auge nicht sichtbar.

   Die jährliche Parallaxe von Lalande wurde zu 0,393´´ gemessen und die jährliche Eigenbewegung beträgt 4,80´´.
   Die H_α – Linie von Lalande liegt bei 656,09 nm, im Labor misst man diese Linie bei 656,28 nm.

   a) Bestimmen Sie den Abstand des Sterns Lalande von unserem Sonnensystem in Lichtjahren.

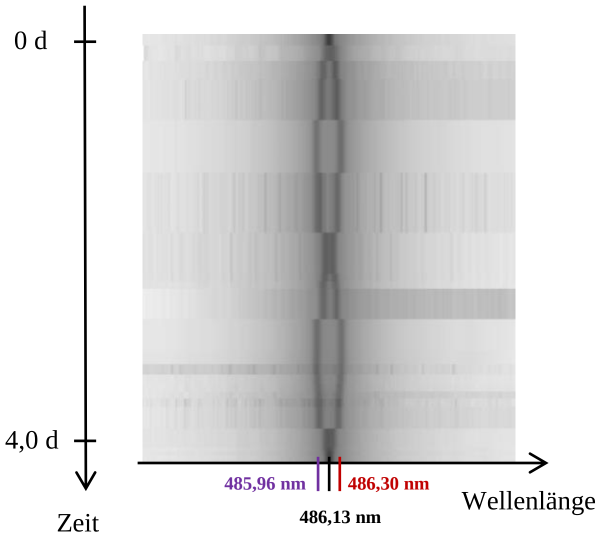
   b) Bestimmen Sie die Tangentialgeschwindigkeit von Lalande relativ zur Sonne.

   c) Berechnen Sie die Radialgeschwindigkeit von Lalande relativ zur Sonne.
   Begründen Sie, ob sich Lalande nähert oder entfernt.
   Wie groß ist die Gesamtgeschwindigkeit von Lalande relativ zur Sonne?

   d) Der Abstand von Lalande zur Sonne ändert sich ständig.
   Bestimmen Sie den minimalen Abstand der beiden Sterne und geben Sie auch an, vor wie vielen Jahren bzw. in wie vielen Jahren diese kleinste Entfernung vorlag bzw. vorliegen wird.

2. Im Sternbild Fuhrmann befindet sich der Stern ß – Aurigae, bei dem es sich um ein Doppelsternsystem handelt.
   Das Bild zeigt die $H_ß$ – Linie im Spektrum dieses Sterns, mehrmals aufgenommen während einer Zeitspanne von 4 Tagen.
   Man kann dabei eine periodische Aufspaltung dieser Linie mit der Wellenlänge von 486,13 nm beobachten.

   Welche Aussage kann man über die Massen der beiden Sterne dieses Systems machen.
   Begründen Sie Ihre Aussage genau.



[Bildquelle: https://www.shelyak.com/dossier.php?id]

Aufgabe	1a	b	c	d	2	Summe
Punkte	3	3	5	5	5	21

Gutes Gelingen! G.R.

Q12 * Astrophysik * 1. Stegreifaufgabe am 16.01.2018

1. a) $r = \frac{1''}{p} \cdot pc = \frac{1''}{0{,}393''} \cdot pc = 2{,}54...pc = 2{,}54... \cdot 3{,}26\,Lj = 8{,}30\,Lj$

b) $v_{tan} = \frac{x}{1a} = \frac{r \cdot \tan 4{,}80''}{365 \cdot 24 \cdot 3600\,s} = \frac{r \cdot \tan 4{,}80''}{365 \cdot 24 \cdot 3600\,s} = \frac{8{,}30 \cdot 9{,}461 \cdot 10^{15}\,m \cdot \tan 4{,}80''}{365 \cdot 24 \cdot 3600\,s} = 57{,}9\,\frac{km}{s}$

c) $\Delta\lambda = \lambda - \lambda_o = 656{,}09\,nm - 656{,}28\,nm = -0{,}19\,nm < 0$ d.h. Lalande nähert sich!

$\frac{v_{rad}}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} \Rightarrow v_{rad} = \frac{0{,}19\,nm}{656{,}28\,nm} \cdot 3{,}00 \cdot 10^8\,\frac{m}{s} = 86{,}9\,\frac{km}{s}$

$v_{ges} = \sqrt{v_{rad}^{\;2} + v_{tan}^{\;2}} = \sqrt{86{,}9^2 + 57{,}9^2}\,\frac{km}{s} = 104\,\frac{km}{s}$

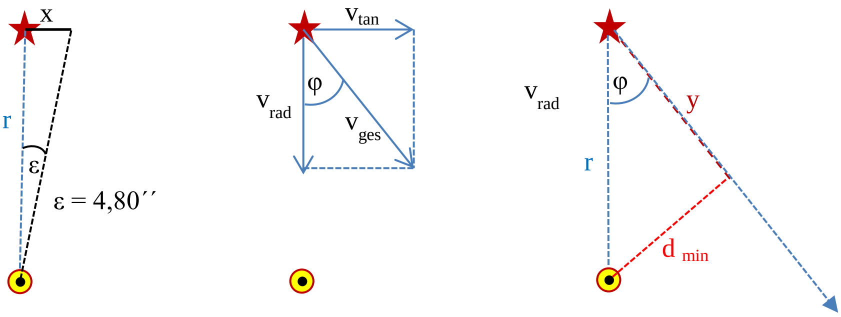
d) Da sich Lalande nähert, wird der geringste Abstand zur Sonne erst in der Zukunft stattfinden.

$\tan\varphi = \frac{v_{tan}}{v_{rad}} = \frac{57{,}9}{86{,}9} \Rightarrow \varphi = 33{,}7^o$ und $\frac{d_{min}}{r} = \sin\varphi \Rightarrow d_{min} = r \cdot \sin\varphi = 8{,}30\,Lj \cdot \sin 33{,}7^o = 4{,}61\,Lj$

$\frac{y}{r} = \cos\varphi \Rightarrow y = r \cdot \cos\varphi = 8{,}30\,Lj \cdot \cos 33{,}7^o = 6{,}91\,Lj = 6{,}53 \cdot 10^{16}\,m$ und

$t = \frac{y}{v_{ges}} = \frac{6{,}53 \cdot 10^{13}\,km}{104\,\frac{km}{s}} = 6{,}278... \cdot 10^{11}\,s = 19{,}9 \cdot 10^3$ Jahre

Die kleinste Entfernung von ca. $4{,}6\,Lj$ wird in etwa zwanzigtausend Jahren erreicht.



2. Die Aufspaltung der Hß - Linie aufgrund des Dopplereffekts erscheint ganz symmetrisch, d.h. für beide Sterne hat die Wellenlängenänderung den gleichen Wert.

$\Delta\lambda_1 = \Delta\lambda_2 \approx 0{,}17\,nm$, d.h. $v_1 = \frac{\Delta\lambda_1}{\lambda} \cdot c = \frac{\Delta\lambda_2}{\lambda} \cdot c = v_2$, die Sterne umkreisen den gemeinsamen Schwerpunkt mit derselben Geschwindigkeit.

Wegen $\frac{2\pi \cdot r_1}{T} = v_1 = v_2 = \frac{2\pi \cdot r_2}{T}$ folgt daher $r_1 = r_2$

Wegen $m_1 \cdot \omega^2 \cdot r_1 = F_{ZP,1} = F_{ZP,2} = m_2 \cdot \omega^2 \cdot r_2$ folgt daher $m_1 = m_2$.