Übungsblatt 2

Prof. F. Bigiel
Besprechung: 2.–4. Nov.

Argelander-Institut für Astronomie

Aufgabe 1: Elektromagnetische Strahung

Die Durchlässigkeit der Erdatmosphäre variiert für Strahlung verschiedener Wellenlängen. Beobachten wir die Intensitätsverteilung des Sterns *Spica* von der Erde aus, so finden wir $\lambda_{\max} = 440\,\mathrm{nm}$. Befreien wir hingegen die Intensitätskurve von atmosphärischen Einflüssen, so finden wir das Maximum bei $\lambda_{\max} = 145\,\mathrm{nm}$. Berechnen die Oberflächentemperatur des Sterns *Spica* gemäß (a) der unkorrigierten, und (b) der korrigierten Intensitätsverteilung.

Tipp: Gemäß dem *Wienschen Verschiebungsgesetz* gilt folgende Relation für die Oberflächentemperatur T_{obfl} und dem Intensitätsmaximum:

$$\lambda_{\max} \cdot T_{\text{obfl}} = 2.9 \times 10^{-3}\,\mathrm{m\,K}.$$

Aufgabe 2: Atomare Übergänge

1. Ein Photon mit $\lambda < 912\,\text{Å}$ kann ein Wasserstoffatom ionisieren.

   (a) Bestimme das Ionisationspotential (in eV) eines Wasserstoffatoms.

   (b) Ein Photon mit Wellenlänge 800 Å ionisiert ein Wasserstoffatom. Bestimme die Geschwindigkeit des freiwerdenden Elektrons, welches sich am Anfang in der Schale $n = 1$ befand.

   Tipp:
   $1\,\mathrm{eV} = 1.602 \times 10^{-19}\,\mathrm{J}$
   $m_e = 9.109 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$
   $c = 3.0 \times 10^{8}\,\mathrm{m\,s^{-1}}$.
   Benutzen Sie zudem $E = h\nu$, mit $h = 6.626 \times 10^{-34}\,\mathrm{J\,s}$

2. Beobachten wir Spektrallinien an verschiedenen Stellen auf der Sonnenoberfläche, so sehen wir, dass sich die Linien abhängig von der Distanz der beobachteten Stelle zur N-S Achse verschieben. Es sei x der Abstand der beobachteten Stelle von der N-S Achse (in Bruchteilen des Sonnenradius), so gilt für die Linienverschiebung:

   $$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = 6.2 \times 10^{-6} \cdot x$$

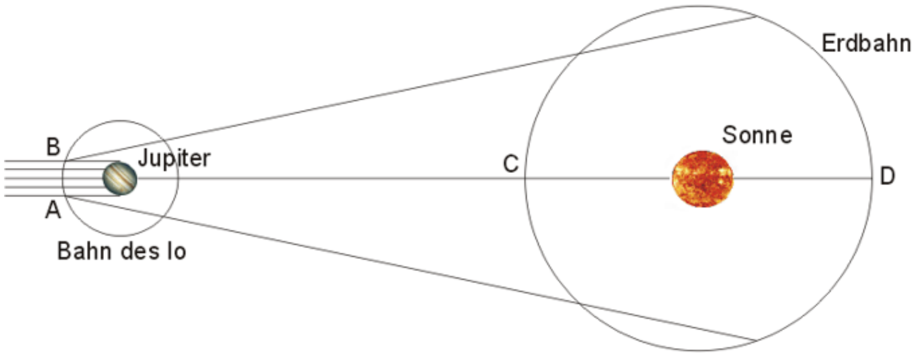
   Bestimmen Sie anhand dieser Angabe die Rotationsdauer der Sonne (in Tagen).

   Tipp: Gemäß dem Dopplereffekt gilt die Beziehung $\Delta\lambda = \frac{v}{c}\lambda$.
   Der Sonnenradius beträgt $R_{\text{Sonne}} = 7.0 \times 10^{5}\,\mathrm{km}$

Übungsblatt 2

Argelander-Institut für Astronomie

Aufgabe 3: Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit



(Quelle: www.mbaselt.de)

Im 17. Jahrhundert gelang es dem Astronomen Ole Rømer durch die genaue Beobachtung der Jupitermonde zu zeigen, dass die Lichtgeschwindigkeit endlich ist (was zu dieser Zeit höchst umstritten war). In dieser Aufgabe wollen wir uns die Messungen genauer anschauen.

1. Berechne die Zeit, wie lange das vom Jupitermond Io ausgehende Licht zur Erde unterwegs ist, wenn sich Io am entferntesten Punkt und die Erde am Punkt C in der Abbildung oben befindet.

   > **Tipp:** Nutzen Sie für diese Aufgabe folgende Werte:
   >
   > - Lichtgeschwindigkeit: $c = 3.0 \times 10^8$ m/s.
   > - Erdradius: $R_\mathrm{E} = 6368\,\mathrm{km}$
   > - Jupiterradius:$R_\mathrm{Ju} = 11.2 \cdot R_\mathrm{E}$
   > - Radius der Erdbahn um die Sonne: $r_\mathrm{E,S} = 1.5 \times 10^8\,\mathrm{km}$.
   > - Radius der Jupiterbahn um die Sonne: $r_\mathrm{Ju,S} = 5.2 \cdot r_\mathrm{E,S}$.
   > - Radius der Io-Kreisbahn: $r_\mathrm{Io,Ju} = 6 \cdot R_\mathrm{Ju}$

2. Warum stellt ein Beobachter auf der Erde in der skizzierten Situation für den Umlauf des Io die gleiche Zeit fest wie ein Beobachter auf dem Jupiter, obwohl das Licht zur Erde eine gewisse Zeit benötigt?

Im 17. Jahrhundert wurden Zeittafeln mit der Verfinsterung der Jupitermonde erstellt, um Seefahrern bei der Orientierung zu helfen. Bei genauer Betrachtung dieser Tafeln stellte Rømer fest, dass der Austrittszeitpunkt des Mondes Io aus dem Schatten bei Oppositionsstellung (Position C) übereinstimmte, aber in der Konjunktionsstellung (Position D) eine Verspätung zur Zeitangabe der Tafeln von 22 Minuten aufwies.

3. Bestimme die Lichtgeschwindigkeit c aus den gegebenen Angaben Rømers zur Verspätung des Schattenaustritts.

   > **Tipp:** Zur Zeit Rømers nahm man für den Radius der Erdbahn einen Wert von 1.41×10^8 km an.