

# Übungen zur Vorlesung Einführung in die Astronomie (WS2012/13)

Cornelis Dullemond, Ralf Klessen

Kapitel 4

22 Punkte

## 1. Spektroskopischer Doppelstern

Für ein Doppelsternsystem mit Sternmassen  $M_1$  und  $M_2$  ohne Exzentrizität (also  $e = 0$ ) gilt:

$$\Omega^2 = \frac{G(M_1 + M_2)}{(r_1 + r_2)^3} \quad , \quad v_1 = \Omega r_1 \quad , \quad v_2 = \Omega r_2 \quad (12)$$

wobei  $\Omega$  die orbitale Winkelfrequenz,  $r_{1,2}$  die Abstände der zwei Sterne zu dem gemeinsamen Massenmittelpunkt und  $v_{1,2}$  die orbitalen Geschwindigkeiten der Sterne sind.

Man kann ein Doppelsternsystem mit einem Teleskop mit Spektrograph analysieren, indem man die Dopplerverschiebung der Linien der beiden Sterne misst. Der Spektrograph hat eine spektrale Auflösung von  $\nu/\Delta\nu \equiv R = 10^4$ .

(a) [2 pt] Was ist die Geschwindigkeitsauflösung, die man damit erreichen kann?

Mit unserer Messung stellen wir fest, dass die Linien sich mit der Zeit sinusförmig verschieben, und zwar mit einer Periode von 4.73 Tagen. Die Linie des ersten Sterns hat eine maximale Geschwindigkeit von 154 km/s, die des zweiten Sterns 76.8 km/s.

(b) [2 pt] Was ist das Massenverhältnis der beiden Sterne?

(c) [2 pt] Wenn wir annehmen, dass unsere Sichtlinie durch die orbitale Ebene geht (also der Normalenvektor der orbitalen Ebene senkrecht auf unsere Sichtlinie ist), was sind dann  $r_1$  und  $r_2$  (in AU)?

(d) [2 pt] Was sind die Massen der beiden Sterne?

(e) [2 pt] Wenn der Normalenvektor der orbitalen Ebene einen Winkel  $i$  mit der Sichtlinie hat, wie hängen die abgeleiteten Massen von  $i$  ab?

## 2. Astrometrischer Doppelstern

Wir beobachten einen astrometrischen Doppelstern in 100 pc Entfernung mit einem 3.5 m Teleskop (d.h. mit einem Durchmesser von 3.5 m) im optischen Bereich bei einer Wellenlänge  $\lambda = 0.5 \mu\text{m}$ . Durch adaptive Optik ist unsere Beobachtung diffraktionslimitiert.

(a) [2 pt] Was ist die räumliche (winkel-)Auflösung (in arcsec)?

(b) [2 pt] Was ist die minimale projizierte Distanz (in AU) zwischen den zwei Sternen die wir astrometrisch (d.h. räumlich) auflösen können?

Wir stellen fest, dass sich die Sterne, projiziert am Himmel, in einer Distanz von 1 arcsec zueinander befinden, was wir mit unserem Teleskop problemlos räumlich auflösen können.

Jetzt möchten wir von *einem der zwei Sterne* den Fluss bei  $\lambda = 100 \mu\text{m}$  messen. Dazu benutzen wir das Herschel Weltraumteleskop mit einem Spiegeldurchmesser von 3.5 m (genauso groß wie unser optisches Teleskop).

- (c) [2 pt] Kann man den  $\lambda = 100 \mu\text{m}$ -Fluss von einem der zwei Sterne messen, ohne Kontamination des anderen Sterns?

### 3. Beobachtbarkeit von Quellen

Das galaktische Zentrum hat äquatoriale Koordinaten RA 17h45m40.04s, Dec  $-29^\circ 00' 28.1''$  (J2000 epoch).

- (a) [2 pt] Können wir dies von Heidelberg ( $49^\circ 24' 44''$  N,  $8^\circ 42' 36''$  E) aus sehen? Bitte argumentieren Sie exakt.
- (b) [2 pt] Wenn wir von der Südhalbkugel, vom Paranal ( $24^\circ 37' 33''$  S,  $70^\circ 24' 11''$  W) mit dem VLT beobachten, können wir das galaktische Zentrum dann beobachten?
- (c) [2 pt] *Ungefähr* in welcher Jahreszeit (z.B. "Sommer" oder "Oktober/November" reicht an Genauigkeit)<sup>3</sup> können wir es am Besten *nachts* beobachten? Bitte berechnen Sie dies mit den o.g. Information (also keine Computerprogramme benutzen), aber Sie brauchen sich nicht darum zu kümmern, wann es genau über dem Horizont ist.

---

<sup>3</sup>Benutzen Sie bitte die Nord-Halbkugel-Definition der Jahreszeiten, wenn Sie solche benutzen.