

2. Übung zur Einführung in die Astronomie und Astrophysik I WS2009/2010

Besprechung am 4.11.2009 (Gruppen Ia und IIa) und am 11.11.2009 (Gruppen Ib und IIb).

Dozenten: Henrik Beuther & Christian Fendt

Übungsleiter: Leonard Burtscher & Oliver Porth

1 Auflösungsvermögen von Teleskopen

1.1 Spiegelgrößen im optischen und nahinfraroten Wellenlängenbereich

(a) Wie groß muß der Hauptspiegel eines Teleskops sein, um eine protoplanetare Scheibe (Ort der Planetenentstehung) mit einem Durchmesser von 1000AE bei einer Distanz von 140 parsec im Sternbild Stier mit mindestens 10 unabhängigen Auflösungselementen bei einer Nahinfrarotwellenlänge von $2.1 \mu\text{m}$ abbilden zu können (Seeing wird vernachlässigt)?

(AE = Astronomische Einheit = Abstand Erde–Sonne $\sim 1.496 \times 10^{11}$ m)

Parsec = Distanz eines Sterns der eine jährliche Parallaxe von genau $1''$ aufweist = Distanz aus der die Erdbahn (AE) als $1''$ erscheint = 3.0856×10^{16} m ~ 3.26 Lichtjahre)

(b) Wie groß muß der Spiegel sein um bei 50 parsec Distanz und einer optischen Wellenlänge von 550 nm einen erdähnlichen Planeten mit 1 AE Entfernung zum Stern noch räumlich von diesem Stern trennen zu können (Seeing- und Kontrastprobleme zwischen Stern und Planeten werden vernachlässigt)?

1.2 Mid-Infrarotinterferometrie

Welchen Abstand sollten 2 Teleskope haben, um mittels Interferometrie einen Staubtorus um einen aktiven galaktischen Kern (active galactic nucleus, AGN) bei Wellenlängen in mittleren Infraroten bei $10 \mu\text{m}$ räumlich auflösen zu können? Distanz AGN = 14 Megaparsec; Torusdurchmesser = 1 parsec.

1.3 Vergleichbare Teleskopgrößen in der Radioastronomie

(a) Berechnen Sie die zu Aufgaben 1.1 und 1.2 korrespondierenden Teleskopgrößen, die in der Radio- und Millimeterastronomie notwendig wären für Wellenlängen von 21 cm (Linie des atomaren Wasserstoff) und 1.3 mm (wichtiger Rotationsübergang des Kohlenmonoxid).

(b) Diskutieren Sie, ob solche Instrumente als Einzelteleskope möglich sind, oder ob Interferometrie notwendig ist.

1.4 Theoretisch mögliche Gesichtsfelder von optischen und Nahinfrarotteleskopen

Wählen Sie aus der in der Vorlesung gezeigten Teleskopliste 3 Observatorien und verschiedene Brennweiten (Foki), und berechnen Sie die theoretisch möglichen Gesichtsfelder (optische Probleme werden vernachlässigt).

2 Thermische Linienbreite und spektrale Auflösung

2.1 Berechnung von thermischen Linienbreiten

Die thermische Linienbreite Δv einer spektralen Linie läßt sich berechnen zu: $\Delta v = \sqrt{8 \ln(2) \frac{kT}{m_{\text{mol}}}}$ mit k, T, m_{mol} der Boltzmann-Konstanten, Temperatur und Molekularmasse. Berechnen Sie Δv für Ammoniak (NH_3) bei 20 K und H_2 bei 1000 K.

2.2 Spektrale Auflösung im Optischen und Nahinfraroten

Sind solche Linienbreiten im optischen und nahinfraroten Wellenlängenbereich mit $\lambda/\Delta\lambda$ Werten von 300 (niedrige Auflösung), 5000 (mittlere Auflösung) und 10^5 (höchste heutzutage in diesen Wellenlängenbereichen zu erreichende Auflösung) spektral aufzulösen?

2.3 Vergleich zum Radiobereich

Im Radiobereich lassen sich leicht spektrale Auflösungen von 3 kHz bei einer Frequenz von 24 GHz (starke Linien des NH_3) realisieren. Sind damit die Linien aus Aufgabe 2.1 spektral aufzulösen?