

Moderne Astrometrie

1 Semester: 24 Stunden (12 Doppelstunden)

I Einleitung

§ 1 Das Gebiet der Astrometrie

Was ist Astrometrie? Anfänge und kurze Geschichte der Astrometrie. Ziele der Astrometrie: Extragalaktische Objekte, Sterne (stellare Astrophysik; Kinematik und Dynamik von Sterngruppen; Etablierung von Referenzsystemen), Objekte des Sonnensystems (die Sonne; die großen Planeten; Monde; Asteroiden und Kometen), das Erde-Mond System.

§ 2 Astrometrische Techniken

Kleinfeld-Astrometrie. Semi-globale Astrometrie. Distanzmessungen. Andere Techniken. Astrometrie von der Erde aus oder Raumastrometrie. Neue Zielstellungen der Astrometrie.

II Bildgewinnung

§ 1 Grundprinzipien

Elemente der geometrischen Optik. Das Prinzip von Fermat. Die Ausbreitung einer monochromatischen Lichtwelle. Das Superpositionsprinzip kohärenter Wellen.

§ 2 Beugung

Beugung an einer Eintrittspupille. Beugung an einer kreisförmigen Eintrittspupille. Punktspreizungsfunktion. Airy-Scheibchen. Auflösungsvermögen eines Teleskops.

§ 3 Abbildungsfehler

Defokussierung. Sphärische Aberration und Koma. Der Astigmatismus und die Bildfeldwölbung. Distorsion. Chromatische Aberration.

III Atmosphärische Effekte auf die Bilderzeugung

§ 1 Atmosphärische Refraktion

Monochromatische atmosphärische Refraktion. Brechungsindex von Gladstone-Dale. Laplace-Formel. Normalrefraktion. Temperatur- und Druckabhängigkeit. Chromatische Refraktion.

§ 2 Refraktion bei Entfernungsmessungen

Optisches Licht: Troposphäre. Radio-Wellen: Ionosphäre.

§ 3 Das Seeing

Atmosphärische Turbulenz. Speckles. Die Seeing-Scheibe. Der Fried-Parameter. Astronomisches Klima. Adaptive Optik.

§ 4 Astrometrische Korrekturen

Parallaxe. Aberration. Eigenbewegung. Präzession und Nutation.

IV Kleinfeld-Astrometrie

§ 1 Photographische Astrometrie

Teleskope der photographischen Astrometrie: klassische Astrographen; Schmidt-Teleskope; Instrumente langer Brennweite. Photoplatzen. Meßmaschinen (Ascormat, MAMA, PMM). Die gnomonische Projektion. Plattenreduktion. Sternkataloge von FK3 und Carte du Ciel zum Hipparcos und A2.0. Astrometrische Kataloge im Internet.

§ 2 Photoelektrische Astrometrie

CCD-Sensoren: Grundprinzipien. Eigenschaften von Silizium. Elektroden und Potentialtopf. Ladungstransport. CCD-Zeile. Transfereffizienz. Restladung. Dynamikumfang; Gesamtkapazität. Blooming. Quanteneffizienz. Front- und backside illuminated CCDs. Spektralempfindlichkeit. Linearität. Rauschen bei CCD-Aufnahmen. Photonenrauschen. Dunkelstrom. Temperaturabhängigkeit des Dunkelstroms und Kühlung des CCD-Empfängers. MPP-Clocking. Verstärkerrauschen und Double Correlated Sampling. Rauschen des AD-Konverters. "Empfindlichkeitsrauschen". Reduktion der CCD-Bilder. Bias- und Dunkelstromaufnahmen. Flatfield-Aufnahmen. Wie groß darf das Pixel sein? Sampling. Typische Anwendungen der CCD-Astrometrie.

§ 3 Astrometrie mit dem Hubble-Raumteleskop

Hubble-Raumteleskop und seine Instrumenten. Fine Guidance Sensors. Koester-Prisma. S-Funktion. Astrometrie mit FGS: Transfer-Funktions-Modus und Astrometrischer-Modus. Typische Projekte für FGS-Astrometrie. Astrometrie mit Wide-Field-Planetary-Kamera (WFPC).

V Großfeld-Astrometrie

§ 1 Meridiankreise

Beschreibung eines Meridiankreises. Prinzip eines Meridiankreises. Anzubringende Korrekturen: Kollimation, Inklination der Rotationsachse, Azimut der Rotationsachse, die Korrekturformel von Bessel, andere Korrekturen. Mikrometer: klassisches Mikrometer, Mikrometer mit rotierender Maske, CCD-Mikrometer. Horizontale Meridiankreise. Erreichte Genauigkeiten. Typische Projekte für moderne Meridiankreise.

§ 2 Astrolabien

Historisches und modernes Astrolabium. Das Prinzip der Astrolabien. Das Danjon Prismen-Astrolabium. Das Standartwinkel-Astrolabium. Sonnenastrolabien. Das PZT (Photographische Zenitröhre).

VI Globale Astrometrie: HIPPARCOS

HIPPARCOS als Satellit. Optisches Schema des Instruments. Prinzip der Beobachtungen: Hauptgitter und Sternfeld-Kameras. Hipparcos Input Catalogue. Das Abscannen des Himmels. Steuerung und Modellierung der Orientierung des Satelliten. Astrometrische Auswertung der Beobachtungen. Hipparcos-Katalog: einige wichtige Eigenschaften (Genauigkeiten, Fehlerverteilung u.s.w.). Verknüpfung mit einem extragalaktischen Bezugssystem. Tycho-Projekt. Tycho-Katalog: Genauigkeiten und Fehlerverteilung. Bedeutung des Hipparcos-Kataloges für Astronomie (Astrometrie, stellare Dynamik, Astrophysik).

VII Ausblick

Was hat die moderne Astrometrie erreicht? Wie geht es weiter? Zukünftige astrometrische Missionen und ihre mögliche Bedeutung für Astronomie.

VIII Literatur

- ESA, 1997. The Hipparcos und Tycho Catalogues. Vol.1 Introduction und Guide to the Data.
- J. Kovalevsky, 1995. Modern Astrometry. Springer, Berlin
- P. Martinez, A. Klotz, 1998. A Practical Guide to CCD Astrometry. Cambridge University Press, Cambridge.
- F. Matossi, 1972. Lehrbuch der Experimentalphysik. Band III. Optik. Walter de Gruyter, Berlin.
- D. Ratledge (ed.), 1997. The art and science of CCD Astronomy. Springer, Berlin.
- F.W. Sears, 1949. Optics. Addison-Wesley Press, New York.