

Übungsblatt 14 (Besprechung am 3. Mai 2007)

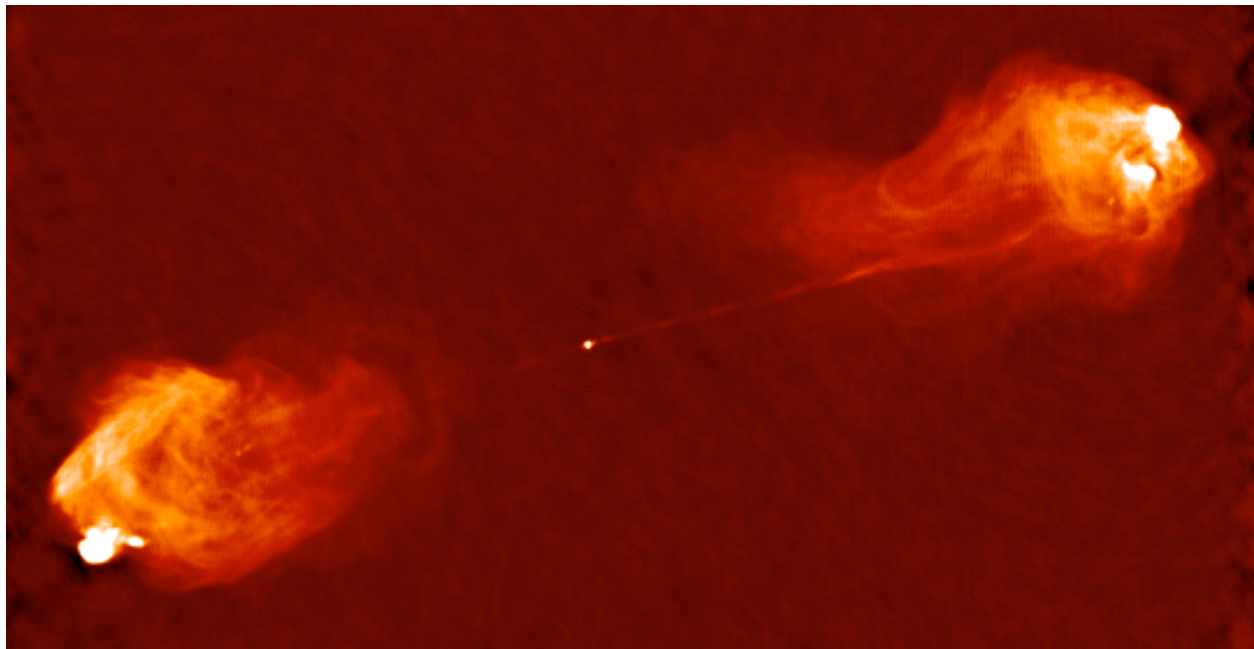
1. Die Radiogalaxie Cygnus A (die stärkste extragalaktische Radioquelle und die drittstärkste Radioquelle am Himmel - nach der Sonne und Cassiopeia A) befindet sich in einer Entfernung von $d = 170 \text{ h}^{-1} \text{ Mpc}$. Der beobachtete monochromatische Fluss bei einer Radio-Frequenz von 1400 MHz ist:

$$F_{1400} = 1.255 \times 10^{-23} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1} = 1255 \text{ Jy}$$

Das Radiospektrum folgt einem Potenzgesetz:

$$F_\nu \propto \nu^{-\alpha}$$

mit einem Spektralindex $\alpha \approx 0.8$, so dass $F_\nu \propto \nu^{-0.8}$. Schätzen Sie die Radio-Leuchtkraft von Cygnus A ab. Benutzen Sie $h = 0.71$ (WMAP-Wert). Vergleichen Sie mit der Radioenergie, die von einer "normalen" Galaxie wie zB M31 produziert wird, und mit der Gesamtleuchtkraft (in allen Wellenlängen) der Milchstraße.



2. Nehmen Sie an, dass jeder der beiden Radio-Lobes (siehe obiges Bild) der Cygnus A Radiogalaxie eine Energie $E_{\text{lobe}} = 10^{53} \text{ J}$ enthält.

a) Schätzen Sie die Lebensdauer der Radio-Lobes ab (verwenden Sie dabei das Ergebnis für die Radio-Leuchtkraft aus Aufgabe 1).

b) Die magnetische Energie pro Volumeneinheit ist

$$u_m = \frac{B^2}{2\mu_0}$$

Sei V_{lobe} das Volumen des Radio-Lobes. Es gilt:

$$\frac{1}{2} E_{\text{lobe}} = u_m V_{\text{lobe}} = \frac{B^2 V_{\text{lobe}}}{2\mu_0}$$

Nehmen Sie an, dass jeder der Cygnus A Radio-Lobes als eine Kugel mit Radius $R=8.5 \text{ kpc} = 2.6 \times 10^{20} \text{ m}$ modelliert werden kann. Was ist der mittlere Wert des Magnetfeldes in den Lobes?

3. Der Quasar 3C 273 befindet sich in einer Entfernung von $d \approx 620 \text{ Mpc}$ und hat eine scheinbare Helligkeit im visuellen Bereich von $m_v = 12.8$.

a) was ist die absolute Helligkeit des Quasars im visuellen Bereich?

b) was ist die Leuchtkraft des Quasars im visuellen Bereich (benutzen Sie $M_{\odot} = 4.82$ für die absolute Helligkeit der Sonne im V-Bereich)?

c) der monochromatische Radio-Fluss bei 1400 MHz ist

$$F_{1400} = 4.64 \times 10^{-25} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1} = 46.4 \text{ Jy}$$

Das Radiospektrum folgt einem Potenzgesetz mit spektralem Index $\alpha \approx 0.24$. Wie groß ist die Radio-Leuchtkraft des Quasars? Vergleichen Sie mit der Radio-Leuchtkraft der Radiogalaxie Cygnus A.

4. Für eine Temperatur von $T = 7.3 \times 10^5 \text{ K}$, plotten Sie die Planck-Funktion

$$B_{\nu}(T) = \frac{2h\nu^3 c^{-2}}{e^{h\nu/kT} - 1}$$

indem Sie

$$\log_{10} \nu B_{\nu}(T) \text{ vs. } \log_{10} \nu$$

auftragen, für $\log_{10} \nu$ zwischen 15.5 und 17.5. Vergleichen Sie das Ergebnis mit dem beobachteten Verhalten des Kontinuum-Spektrums eines AGNs (siehe Vorlesungs-Skript). Was können Sie daraus schließen?