Einführung in die Radioastronomie Übung VI

Kurze Fragen

1. Wie entsteht frei-frei Strahlung und Synchrotronstrahlung? In welchen Regionen tritt diese Strahlung typischerweise auf?
2. Zeichne das Kontinuumsspektrum einer typischen Galaxie (Synchrotron, frei-frei, thermisch).

Gunn-Peterson Effekt

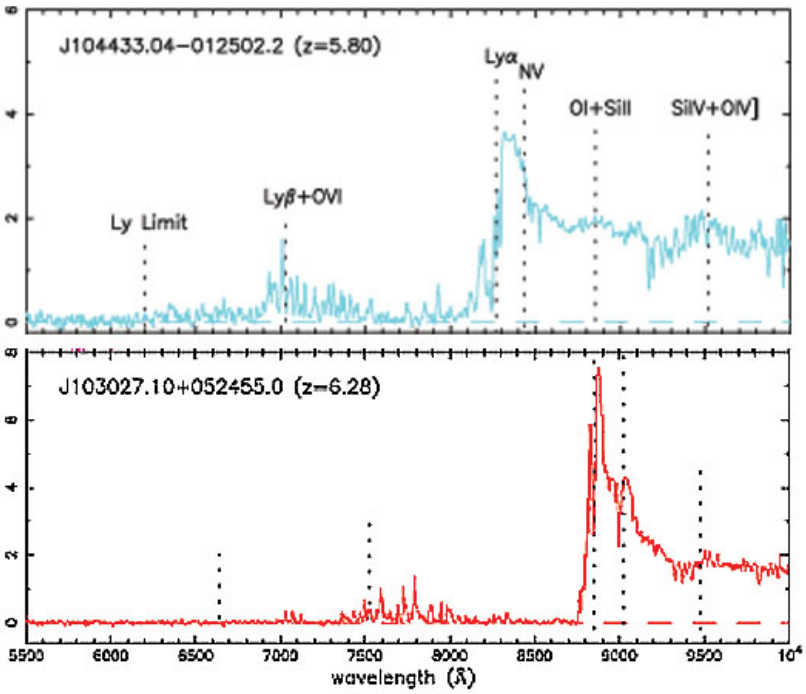

Abbildung 1: Illustration des Gunn-Peterson Effekts. Die gezeigten Quasare befinden sich bei $z = 5.8$ (oben) und $z = 6.28$ (unten).

1. Erkläre kurz und anschaulich, was der Gunn-Peterson Effekt ist.
2. Nutze die Energie-Niveaus im Wasserstoff-Atom um zu erklären, wie und bei welcher Wellenlänge Lyman-Photonen emittiert werden.
3. Warum gibt es weniger Licht bei Wellenlängen, die kürzer als die der Lyman-alpha Linie sind?
4. Warum gibt es ab dem Lyman-Limit gar keine Photonen mehr?

Frei-frei Strahlung

Der große Orionnebel ist in einer Entfernung von 500 pc lokalisiert. Er emittiert frei-frei Strahlung über einen weiten Spektralbereich. Unterhalb von $\nu = 1\,\mathrm{GHz}$ ist das Spektrum optisch dick,

$$\left(\frac{S_\nu}{\mathrm{Jy}}\right) \simeq 1000 \left(\frac{\nu}{\mathrm{GHz}}\right)^2 \tag{1}$$

oberhalb optisch dünn. Die Winkelausdehnung des Nebels ist mit $\theta = 0,001\,\mathrm{rad}$ sehr klein am Himmel. Nehme an, dass der Nebel durch einen Zylinder mit gleicher Tiefe wie Ausdehnung genähert werden kann und das die Tempertur über den gesamten Nebel konstant ist.

1. Schätze über den optisch dicken Teil des Spektrums die Elektronentemperatur des Nebels ab.
2. In der Literatur findet sich für das *Emissionsmaß* folgende Formel:

$$\left(\frac{\mathrm{EM}}{\mathrm{pc\,cm^{-6}}}\right) = \frac{\tau}{8,235 \times 10^{-2}} \left(\frac{T}{\mathrm{K}}\right)^{1,35} \left(\frac{\nu}{\mathrm{GHz}}\right)^{2.1} \tag{2}$$

   Eine 23 GHz Beobachtung ergab $S_\nu = 400\,\mathrm{Jy}$, berechne τ und daraus das Emissionsmaß.

3. Errechne aus dem Emissionsmass die Elektronendichte n_e.

Synchrotronstrahlung von Jets

Der zu NGC 6251 gehörende Jet emittiert Synchrotronstrahlung im Röntgenbereich. Man hat ein Magnetfeld mit $B = 5 \times 10^{-8}\mathrm{T}$. Die mittlere Energie der Elektronen ist ca. 3 TeV. Die Rate, mit der die Elektronen ihre Energie verlieren, ist durch Gl. (3) gegeben.

$$R = 2,5 \times 10^{-7} \left(\frac{E}{\mathrm{eV}}\right)^2 \left(\frac{B}{\mathrm{T}}\right)^2 \mathrm{eV/s} \tag{3}$$

Hierbei ist E die Energie des Elektrons in eV und B die magnetische Flussdichte in Tesla.

1. Wie lange wird es dauern, bis ein 3 TeV Elektron seine komplette Energie abgestrahlt hat?
2. Mit Chandra hat man beobachtet, dass die Länge des Jets ungefähr 10.000 Lichtjahre beträgt (vom Zentrum des AGN bis zum Ende des Jets). Was fällt hier auf? Wie kann man das erklären?