

Vorlesung Radioastronomie WS17/18

Übungsblatt #10

Abgabe: 15.01.2018

Aufgabe 10.1 - Zweielementinterferometer (5 Punkte)

Zwei Antennen seien in Ost-West-Richtung 30 Meter voneinander entfernt aufgestellt und beobachten bei einer Frequenz von 50 Megahertz. Eine Quelle am Himmel wandere durch die Erdrotation von Ost nach West durch den Zenit. Alle anderen Quellen seien vernachlässigbar.

- Zeichnen Sie die Responsefunktion R_{12} des Zweielementinterferometers!
- Statt einer befinden sich zwei Quellen mit einem Ost-West-Winkelabstand von 5.7 Grad am Himmel. Zeichnen Sie auch für diese Helligkeitsverteilung die Responsefunktion!

Aufgabe 10.2 - Virtual Radio Interferometer (VRI) (6 Punkte)

Das *Virtual Radio Interferometer*¹ illustriert die grundlegenden Elemente eines Radiointerferometers und der Bildrekonstruktion: Antennenverteilung, uv -Abdeckung, *Visibilities* und *Dirty image*. Vergleichen Sie das *Dirty image* zweier uv-Abdeckungen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- Erzeugen Sie für das WSRT das *Dirty image* einer *Narrow-double* -Quelle für eine Deklination von 45° und einen *Hour-angle*-Bereich von -6.5 h bis 6.5 h. Wie sieht die uv -Abdeckung aus? Wie sieht das *Dirty image* aus? Zeigen Sie hierzu einen Screenshot der entsprechenden Konfiguration des VRIs.
- Wie ändern sich uv -Abdeckung und *Dirty image* wenn der *Hour-angle*-Bereich auf -6.5 h bis -5.5 h reduziert wird? (Screenshot)
- Erläutern Sie, warum sich die beiden *Dirty images* erheblich unterscheiden! Gehen Sie hierzu auch auf die *Visibilities* und die uv -Abdeckung ein.

¹ <https://www.narrabri.atnf.csiro.au/astrophysics/vri.html>

Aufgabe 10.3 – „Altern“ des Elektronenspektrums (9 Punkte)

Die Änderung des Lorentzfaktors γ durch Synchrotronemission ist für Elektronen durch

$$\dot{\gamma}(\gamma) = -\frac{4}{3} \frac{\sigma_T}{m_e c} \gamma^2 U_B \quad (1)$$

gegeben (CGS-Einheiten). Dabei ist $U_B = B^2/8\pi$ die Energiedichte im Magnetfeld, m_e die Elektronenmasse, c die Lichtgeschwindigkeit und σ_T der Thomson'sche Wirkungsquerschnitt.

Der *Pitch angle* wurde als isotrop verteilt angenommen. Für die Verteilung der Lorentzfaktoren der relativistischen Elektronen sei folgender Ansatz

$$N(\gamma, t) = \begin{cases} N_0 \gamma^{-p} (1 - Ct\gamma)^q & \gamma < \gamma_{max} = \frac{1}{Ct} \\ 0 & \text{sonst} \end{cases} \quad (2)$$

gegeben.

- a) Zeigen Sie, dass für $q = -p + 2$ der Ansatz eine Lösung für das Altern der Verteilung der Lorentzfaktoren der relativistischen Elektronen darstellt! Nutzen Sie dazu, dass für die Anzahldichte N der Elektronen eine Kontinuitätsgleichung gilt:

$$\frac{\partial N(\gamma, t)}{\partial t} + \frac{\partial(N(\gamma, t)\dot{\gamma}(\gamma))}{\partial \gamma} = 0.$$

- b) Bestimmen Sie die Konstante C ! Setzen Sie dazu in die Kontinuitätsgleichung ein.
- c) Schätzen Sie das Alter der einzelnen Abschnitte des nördlichen Lobes der Radiogalaxie 3C35 (siehe Abbildung). Nehmen sie dazu an, dass die Stärke des magnetischen Feldes $1 \mu\text{G}$ beträgt und das zwischen γ_{max} und ν_{break} ein Zusammenhang anlog zur kritischen Frequenz besteht.
- a) Die Radiogalaxie beendet sich bei einer Rotverschiebung von $z = 0.067$. Schätzen Sie mit Hilfe der Ergebnisse aus c) die Geschwindigkeit, mit der sich der Hotspot durch das intergalaktische Medium bewegt!

