



# Astronomisches Praktikum: Quasare

Versuch 2

Jan Röder & Julia Lienert

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Die Leuchtkraftentfernung</b>	<b>2</b>
2.1	Aufgabe 1 . . . . .	2
2.2	Aufgabe 2 . . . . .	2
2.3	Aufgabe 3 . . . . .	3
2.4	Aufgabe 4 . . . . .	3
2.5	Aufgabe 5 . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Scheinbare Überlichtgeschwindigkeit</b>	<b>3</b>

# 1 Introduction

## 2 Die Leuchtkraftentfernung

Die Leuchtkraftentfernung ist definiert als:

$$D_L = \frac{c}{H_0 q_0^2} \left( q_0 z + (q_0 - 1) \left[ \sqrt{1 + 2q_0 z} - 1 \right] \right) \quad (1)$$

Mit

$$\begin{aligned} H_0 &= 50 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1} \\ q_0 &= 0.5 \end{aligned}$$

Und

$$\begin{aligned} z(\text{S5 0014+81}) &= 3.4 \\ V(\text{S5 0014+81}) &= 16 \text{ mag} \\ z(\text{3C 273}) &= 0.158 \end{aligned}$$

### 2.1 Aufgabe 1

Für die Leuchtkraftentfernung von S5 0014+81 setzt man die gegebene Rotverschiebung in Formel 1 ein. Man erhält  $D_L \simeq 27600 \text{ Mpc}$ .

Die absolute Helligkeit berechnet sich nach dem Entfernungsmodul:

$$M = V - 5 \log \left( \frac{D_L}{10 \text{ pc}} \right) \quad (2)$$

Damit ergeben sich  $M = -31.21 \text{ mag}$ . Die Umrechnung in Sonnenleuchtkräfte erfolgt mit

$$\frac{L}{L_\odot} = 10^{-0.4(M-M_\odot)} = 2.59 \cdot 10^{14} \quad (3)$$

Eine normale Galaxie hat eine absolute Helligkeit von  $-20 \text{ mag}$ , bzw.  $8.55 \cdot 10^9 L_\odot$ . Ein Quasar ist also rund  $10^5$  mal heller als eine normale Galaxie.

### 2.2 Aufgabe 2

Wenn die Helligkeitsschwankungen in der Größenordnung eines Jahres liegt, und sich das Licht auch durch das vorhandene Medium mit etwa  $c$  ausbreitet, dann ist die Größe in etwa gegeben durch  $x = ct$ . Setzt man ein Jahr ein, so ist die emittierende Region folglich ungefähr ein Lichtjahr groß (fast 63200 AE oder gut 0.3 pc). Eine typische Galaxie misst ca. 100000 Lichtjahre im Durchmesser, das Sonnensystem ca. 65 AE. Die emittierende Region liegt also, was die Größenordnungen betrifft, zwar 6 unterhalb einer Galaxie, aber 3 oberhalb des Sonnensystems.

## 2.3 Aufgabe 3

Es ist nicht möglich, innerhalb eines Lichtjahres durch normale Sterne eine solche Leuchtkraft zu erzeugen. Das einzige bekannte Objekt, das eine derartige Energiequelle darstellen kann, ist ein aktiver Galaxienkern (AGN). Im Zentrum befindet sich ein schwarzes Loch, eingeschlossen in einen Molekültorus, welcher eine Akkretionsscheibe speist. Wenn Materie auf das schwarze Loch zufällt, heizt sie sich auf, und gravitative Bindungsenergie wird umgesetzt in Strahlungsenergie (Radio- bis Röntgenstrahlung).

Nur 10% der AGNs sind radiolaut; man nennt diesen Anteil der AGNs oder QSOs (quasi-stellar objects) Quasare (quasi-stellar radio source).

Während man Quasare im optischen Bereich mit einer punktförmigen Quelle am Himmel identifiziert, teilt sich die Struktur im Radiobereich in eine kompakte, zentrale Quelle sowie meist zwei keulenförmige Jets auf.

## 2.4 Aufgabe 4

Die Radiokarte im Anhang enthält mehrere Momentaufnahmen des Quasars 3C 273 und eines Knotens, der sich vom Rest der Quelle entfernt. Die Geschwindigkeit dieses Knotens hat einen Anteil in südlicher und einen in westlicher Richtung:

$$v_S = 0.225 \frac{\text{mas}}{\text{yr}}$$
$$v_W = 0.901 \frac{\text{mas}}{\text{yr}}$$

Daraus ergibt sich die Gesamtwinkelgeschwindigkeit von  $v_{SW} = 0.929 \text{ mas/yr}$  bzw.  $v_{SW} = 0.929 \text{ }^\circ/\text{yr}$ .

## 2.5 Aufgabe 5

Mit

$$x = D_L \tan(\alpha)$$

erhält man eine Geschwindigkeit von  $v_{SW} = 14.438 c$ .  $D_L$  wurde wieder mit der gegebenen Rotverschiebung sowie Formel 1 berechnet, und zwar zu  $D_L \simeq 982.1 \text{ Mpc}$ .

# 3 Scheinbare Überlichtgeschwindigkeit

## 4 Aufgabe 1

Die aus der Radiokarte gemessene Geschwindigkeit ist deutlich größer als die Lichtgeschwindigkeit.

# Literatur