

Q12 * Astrophysik * Lösung von Aufgaben

Arbeitsblatt „Unsere Milchstraße“

Aufgabe

Unsere Sonne umrundet in etwa 8 kpc das Zentrum der Galaxie in ca. 230 Millionen Jahren.

Bestimmen Sie daraus die Masse unserer Milchstraße innerhalb eines Abstandes von 8 kpc vom Zentrum in Vielfachen der Sonnenmasse.

Lösung:

$$m_{\odot} \cdot \omega^2 \cdot r = G^* \cdot \frac{m_{\odot} \cdot M}{r^2} \Rightarrow M = \frac{\omega^2 \cdot r^3}{G^*} = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{T^2 \cdot G^*} =$$
$$= \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (8 \cdot 10^3 \cdot 3,09 \cdot 10^{16} \text{ m})^3}{(230 \cdot 10^6 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})^2 \cdot 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}} = 1,7 \cdot 10^{41} \text{ kg} \approx 8,5 \cdot 10^{10} m_{\odot}$$

Arbeitsblatt „Galaxien und ihre Entfernungsbestimmung“

1. Aufgabe

Das Bild zeigt die Lichtkurve eines δ -Cepheiden einer nahen Galaxie. Ermitteln Sie aus der Lichtkurve die Periodenlänge und die mittlere scheinbare Helligkeit und schätzen Sie dann die Entfernung dieser Galaxie ab.

Lösung:

$$\bar{m} \approx (20,4 + 21,2) : 2 = 20,8 \text{ mag} ; p \approx (50 \text{ d} - 2 \text{ d}) : 4 = 12 \text{ d} ;$$

$$\bar{M} \approx -1,67 - 2,54 \cdot \lg \frac{12 \text{ d}}{1 \text{ d}} = -4,4 \quad \text{und} \quad m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow r = 10 \text{ pc} \cdot 10^{0,2 \cdot (20,8 + 4,4)} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ Lj}$$

2. Aufgabe

a) Die Supernova in der Galaxie NGC 4526 aus dem Jahr 1994 erreichte eine scheinbare Helligkeit von 11,8. Wie weit ist die Galaxie NGC 4526 entfernt?

b) Große Teleskope erkennen noch Objekte 22. Größe, moderne Astrofotografie reicht bis zur 25. Größe, was etwa einer Kerzenflamme auf dem Mond entspricht. Bis zu welchem Abstand kann man mit einem großen Teleskop die Entfernung von Galaxien mit Hilfe von Supernovae des Typs Ia abschätzen?

Lösung:

$$\text{a) } m = 11,8 \text{ und } M \approx -19,6 \text{ mit } m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow r \approx 10 \text{ pc} \cdot 10^{0,2 \cdot (11,8 + 19,6)} = 62 \cdot 10^6 \text{ Lj}$$

$$\text{b) } m = 22 \text{ und } M \approx -19,6 \text{ mit } m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow r \approx 10 \text{ pc} \cdot 10^{0,2 \cdot (22 + 19,6)} = 6,8 \cdot 10^9 \text{ Lj}$$

3. Aufgabe

Im Spektrum einer hellen Galaxie des Galaxienhaufens Ursa Mayor II beobachtet man eine Rotverschiebung

$$z = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = 0,13. \text{ Ermitteln Sie daraus mit der Hubblebeziehung die Entfernung des Galaxienhaufens.}$$

Lösung:

$$\frac{v_{\text{radial}}}{c} = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = z = 0,13 \Rightarrow v_{\text{radial}} = 0,13 \cdot 3,0 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 3,9 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \Rightarrow$$

$$r \approx \frac{v_{\text{radial}}}{H_0} \approx \frac{3,9 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}}{72 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}} = 5,4 \cdot 10^2 \text{ Mpc} = 1,8 \cdot 10^9 \text{ Lj}$$