

Übungen zur Einführung in die
Astronomie und Astrophysik II, 8

1. Das Universum (statisch, euklidisch) sei homogen mit Galaxien der Leuchtkraft L^* und der Anzahldichte $\phi = \frac{dN}{dV}$ gefüllt. Welche Steigung zeigt der Logarithmus der Galaxienzahl pro Größenklassen- und Raumwinkelintervall $\frac{d^2N}{dm d\Omega}$ relativ zur scheinbaren Helligkeit m ?

Hinweis: Berechnen Sie zunächst die Zahl der Objekte eines Kugelschalenelements im Abstand r . Da alle Galaxien die selbe Leuchtkraft haben, ist der beobachtete Strahlungsstrom s einem bestimmten Abstand r zugeordnet. Schreiben Sie dN als Funktion des Strahlungsstroms s und berücksichtigen Sie den Zusammenhang zwischen s und m .

(3 Punkte)

2. Schechter-Leuchtkraftfunktion

a) Drücken Sie die Schechter-Leuchtkraftfunktion als Funktion der absoluten Helligkeit M aus. Konvertieren Sie also $\frac{d^2N}{dV dL}(L)$ zu $\frac{d^2N}{dV dM}(M)$, wobei M^* der charakteristischen Leuchtkraft L^* entspricht.

b) Warum sagt man, dass eine Leuchtkraftfunktion mit $\alpha = -1$ an ihrem leuchtkraftschwachen Ende *flach* sei?

c) Nehmen Sie an, dass die Leuchtkraftfunktion im B-Band durch eine Schechter-Funktion mit den Parametern $\phi^* = 0,02 \text{ Mpc}^{-3}$, $M^* = -19,52^m$ und $\alpha = -1$ gegeben ist. Wie groß ist die gesamte Leuchtkraftdichte aller Galaxien im B-Band?

Hinweis: Nutzen Sie die Gammafunktion und beachten Sie, dass $M_{\odot, B} = 5,48^m$.

(3 Punkte)

3. Elliptische Galaxien werden durch triaxiale Ellipsoiden beschrieben, wobei a die größte und c die kleinste Halbachse ist.

a) Eine erste elliptische Galaxie werde durch einen Ellipsoiden mit den Halbachsen $a = 120 \text{ kpc}$, $b = 75 \text{ kpc}$ und $c = 60 \text{ kpc}$ beschrieben. Welchen Bereich der Hubble-Klassifikation kann diese Galaxie – in Abhängigkeit von ihrer relativen Orientierung – überdecken?

b) Eine zweite elliptische Galaxie habe den Hubbletyp E4. Es sei $b = c = 50 \text{ kpc}$. Wie groß ist a wenn die Galaxie von der Seite gesehen wird (d.h. man sieht a in voller Länge und nicht projiziert)? Welches ist die maximale Länge für a , wenn a unter einem geeigneten Winkel projiziert erscheint?

(2 Punkte)

4. Mit einer einfachen Abschätzung kann die Kollisionshäufigkeit in einem Galaxienhaufen untersucht werden. Dazu wird ein System identischer sphärischer Objekte betrachtet, deren gegenseitigen Anziehungskräfte vernachlässigt werden sollen. Die mittlere Stoßzeit τ ist dann durch die mittlere Geschwindigkeit \bar{v} , die mittlere Anzahldichte \bar{n} und den geometrischen Wirkungsquerschnitt σ bestimmt. Berechnen Sie die mittlere Stoßzeit für den aus etwa 1500 Galaxien bestehenden Coma-Haufen (Haufenradius $R_H = 3 \text{ Mpc}$), wenn der mittlere Radius einer Galaxie $R = 10 \text{ kpc}$ beträgt und die mittlere Geschwindigkeit mit $\bar{v} = 1000 \text{ km s}^{-1}$ abgeschätzt wird. Diskutieren Sie das Ergebnis.

(2 Punkte)

5. Im Rahmen der Gaia-Mission werden etwa 1% aller Sterne unserer Galaxis ($N \approx 1.7 \cdot 10^9$) astrometrisch, photometrisch und spektroskopisch vermessen. Die Daten lassen sich per ADQL (Astronomical Data Query Language) aus dem Gaia-Archiv beziehen.
- Laden Sie von STiNE das bereitgestellte Muster-Notebook herunter (optional zum Lesen wieder im HTML-Format verfügbar) und folgen Sie den Instruktionen zum Abrufen eines Datensatzes mittels ADQL-Query und Einlesen der Daten zur Auswertung mit Python. Wieviele Sterne beinhaltet der Datensatz?
 - Erzeugen Sie ein Histogramm der aus den gemessenen Parallaxen ermittelten Entfernungen d (weitere Hinweise dazu im Notebook). Interpretieren Sie das Histogramm.
 - Erzeugen Sie ein Histogramm der Radialgeschwindigkeiten v_{rad} und fitten Sie eine gaußsche Normalverteilung an die Daten. Welche Schlussfolgerung lässt sich daraus ziehen?
 - Bestimmen Sie die oortsche Konstante A durch einen Fit an die Daten für v_{rad}/d in Abhängigkeit von der galaktischen Länge l . Stellen Sie die Fitfunktion zusammen mit einem sogenannten Scatter-Plot der Daten (d.h., alle Datenpunkte werden in der durch l und v_{rad}/d aufgespannten Ebene aufgetragen) grafisch dar. Welche Aussagen lassen sich über die Gültigkeit der oortschen Formel treffen?

(5 Bonuspunkte)