Lösung zur Übung 4

Aufgabe 1

a)

Die Lichtquellen sind gleichverteilt, deshalb kann man die konstante mittlere Anzahldichte von Objekten n_* benutzen. Die begrenzte scheinbare Helligkeit limitiert die Anzahl an beobachtbaren Quellen und mit dem resultierenden Radius, dem man mittels des Entfernungsmoduls $m - M = 5log(r) - 5$ erhält. Mit dem so erhaltenen Volumen kann über die konstante Anzahldichte die Anzahl an Objekten angegeben werden.
Aus $r = \frac{1}{c}10^{\frac{m}{5}}$ und dem Volumen $\frac{4}{3}\pi r^3$ folgt somit die Gesamtanzahl der beobachteten Objekte mit
$N(< m_\lambda) = \frac{4}{3}\pi r^3 n_* = \frac{4}{3}\pi 10^{\frac{3}{5}m} n_*$
Demnach ist $x = 3/5$.

b)

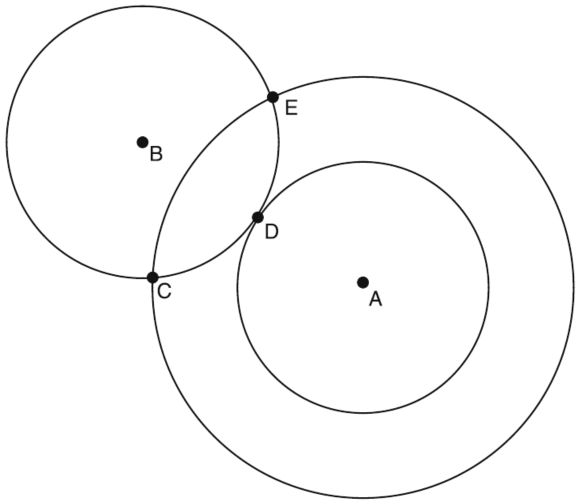
Das Olber'sche Paradoxon besagt, dass der Nachthimmel eines unendlichen, statischen, euklidischen Universums mit konstanter Sterndichte hell sein müsste (wie hell: siehe unten). Der Nachthimmel ist aber dunkel. Der Gesamthelligkeit durch alle Objekte eines solchen Universums lässt sich ausrechnen, indem man zunächst den Raumwinkel ausrechnet, den diese Objekte belegen würden (er wäre 4π). Ferner haben wir in einer früheren Übung ausgerechnet, dass die Flächenhelligkeit oder Intensität (Fluss pro Raumwinkel) nicht vom Abstand zum Objekt abhängt. Die Intensität des Himmels in einem solchen Universum wäre also die eines schwarzen Strahlers mit der Temperatur einer Sternoberfläche.
Das Olber'sche Paradoxon wird aufgelöst durch die Beobachtung, dass das Universums sowohl räumlich als auch zeitlich nicht unendlich ist.

Aufgabe 2

Die Flächenhelligkeit(surface brightness) SB ist definiert als Fluss F pro Flächenelement A
Es gelten folgende Proportionalitäten: $F \propto 1/D_L^2$, $A \propto 1/D_A^2$.
Mit der Beziehung $D_L(z) = (1+z)^2 D_A(z)$ erhält man damit $F/A \propto (1+z)^{-4}$.
Die Flächenhelligkeit in einem expandierenden Universums hängt daher über die Rotverschiebung z doch vom Abstand der Objekte ab.

Aufgabe 3

Grundlage ist das kosmologische Prinzip, welches als Annahme die Homogenität und Isotropiel des Universums beinhaltet. Außerdem geht man davon aus, dass kein Ort im Universum ausgezeichnet vor einem anderem ist. Aus der Isotropie um 2 Punkte $\Rightarrow$ ist das Universum um B isotrop, so ist die Dichte in C, D und E gleich. Mit unterschiedlichen Radien r um A kann man zeigen, das der Bereich innerhalb des Kreises homogen sein muss. Vergrößert man nun die Schalen um beliebige Radien, kann Homogenität für das gesamte Universum gezeigt werden, indem man die jeweilige Massendichte in der Schnittmenge der Kreise berechnet und aufgrund der Isotropie sollte diese jeweils dasselbe Ergebnis zeigen.


E
B
D
C
A