



23. Kosmologisches Prinzip

Nach dem Kosmologischen Prinzip ist das Universum in alle Richtungen isotrop und homogen. Wir wollen nun abschätzen auf welchen räumlichen Skalen Inhomogenitäten noch zugelassen sind. Schätzen Sie dazu grob ab, bei welcher Entfernung die Fluchtgeschwindigkeit unserer lokalen Galaxiengruppe gleich der Expansionsgeschwindigkeit gemäß des linearen Hubble-Gesetzes ist. (Masse der lokalen Gruppe (sichtbare und dunkle Materie): $M_{IG} = 5 \cdot 10^{12} M_{\odot}$).

24. Kosmologische Konstante

In unseren bisherigen Rechnungen wurden die Einsteinschen Feldgleichungen ohne Kosmologische Konstante ($\Lambda = 0$) benutzt. Wir wollen nun das Gravitationspotential Φ im Newtonschen Grenzfall, d.h. für $g_{mn} = \eta_{mn} + f_{mn}$ mit $|f_{mn}| \ll 1$ für eine nichtverschwindende kosmologische Konstante bestimmen.

- (a) Zeigen Sie in Anlehnung an Aufgabe 20, dass sich für $\Lambda \neq 0$

$$\square f_{mn} = -2\kappa \left(T_{mn} - \frac{T}{2} \eta_{mn} \right) - 2\Lambda \eta_{mn} \quad (1)$$

ergibt.

- (b) Bestimmen Sie f_{44} für den Fall einer statischen, räumlich begrenzten Massenverteilung mit der Gesamtmasse M .
- (c) Stellen Sie die Geodäten-Gleichung für die räumlichen Komponenten eines langsam bewegten Teilchens auf.
- (d) Zeigen Sie für den Fall $\Lambda = 0$ durch den Vergleich mit der Newtonschen Bewegungsgleichung eines Teilchens im Gravitationspotential Φ

$$\Phi = -\frac{c^2}{2} f_{44} \quad (2)$$

und lesen Sie daraus Φ zu

$$\Phi = \frac{\gamma M_N}{r} - \frac{\Lambda c^2 r^2}{6} \quad (3)$$

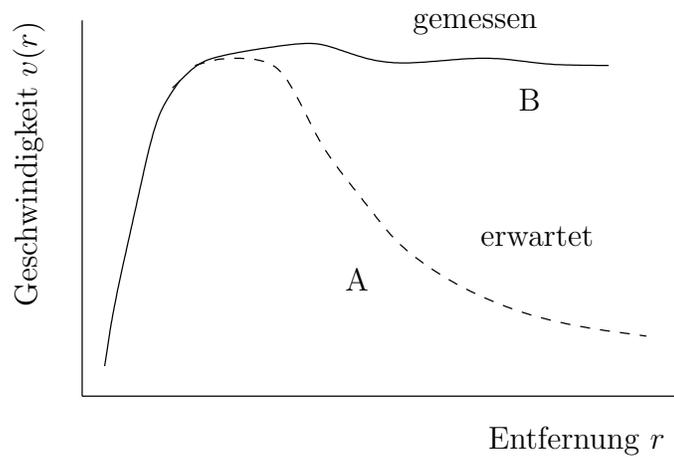
ab.

- (e) Innerhalb unseres Sonnensystems konnte kein messbarer Effekt von Λ festgestellt werden. Schätzen Sie daraus eine obere Schranke für Λ ab. (Masse der Sonne: $M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ kg, Bahnradius von Pluto: $r_p = 6 \cdot 10^{12}$ m)

Bitte wenden \longrightarrow

25. Dunkle Materie

Außer der in der Vorlesung angesprochenen Auswertung der Helligkeits-Rotverschiebungs-Beziehung gibt es noch weitere Hinweise auf die Existenz von Dunkler Materie. In dieser Aufgabe sollen daher die abgebildeten Rotationskurven von Spiralgalaxien diskutiert werden.



- Zeigen Sie, dass sich die Rotationsgeschwindigkeit einer Spiralgalaxie gemäß Kurve A verhalten sollte, wenn man annimmt, dass sich die meiste Materie im Zentrum der Galaxis befindet.
- Welche Materieverteilung lässt ein Verhalten gemäß Kurve B zu?
- Erläutern Sie, warum die Rotationskurven somit einen Hinweis auf die Existenz Dunkler Materie geben.

Hinweis: Das 2. Testat findet am Donnerstag, den 31. Januar 2013 statt!