

# Übung 1

zur Vorlesung im WS09/10

## Einführung in die Astroteilchenphysik

### 1.1 Robertson-Walker-Metrik (9P)

- Bestimmen Sie die die Terme  $dl_\psi$ ,  $dl_\theta$ ,  $dl_\varphi$  in Gleichung (2.4) in dem Skript.
- Verifizieren Sie mit dem Ergebnis von a) die Gleichung (2.4).
- Berechnen Sie das Volumen eines Universums, in dem die Robertson-Walker-Metrik gilt und das mit  $R$  skaliert.

### 1.2 Horizontproblem (3P)

Zeigen Sie, dass Regionen des Universums die jetzt kausal voneinander getrennt sind, auch zu keinem früheren Zeitpunkt im Universum kausal miteinander verbunden waren. Warum ist das ein Problem? Gehen Sie dabei vom Standard-Urknallmodell ohne Inflation aus.

### 1.3 Parallaxen-Sekunde (2P)

Machen Sie sich mit der Einheit für astronomische Abstandsmessungen vertraut: 1 Parallaxen-Sekunde = 1 parsec = 1 pc ist der Abstand eines astronomischen Objektes von dem man die mittlere Erdumlaufbahn (= astronomische Einheit =  $1.49578 \cdot 10^{11}$  m) unter einem Winkel von einer Bogensekunde sieht. Drücken Sie diesen Abstand in Meter und Lichtjahren aus.

### 1.4 Planck-Skala (6P)

Die Dynamik des Universums wird durch die Massenverteilungen und deren gravitative Wechselwirkung bestimmt. Eine Extrapolation der Expansion zurück zu kleinen Zeiten und Abständen kurz nach dem Urknall wird unsinnig, wenn die Gravitationstheorie mit der Quantentheorie in Konflikt gerät. Als Kriterium benutzt man die 'Planck-Masse' als die Masse, die der potentiellen Gravitationsenergie zweier solcher Massen im Abstand ihrer Compton-Wellenlänge entspricht. Berechnen Sie die Planck-Masse sowie die Planck-Länge und -Zeit, die quantenmechanisch dieser Massenskala entsprechen.