

Übung 2

zur Vorlesung im WS05/06

Einführung in die Astroteilchenphysik

2.1 Zustandsgleichungen (12P)

Leiten Sie die in der Vorlesung benutzten Zustandsgleichungen $p(\rho)$ für ein Teilchensystem ab, indem Sie, wie bei der Ableitung der idealen Gasgleichung, den Zusammenhang zwischen dem Druck und den mittleren Impulsen der Teilchen betrachten. Geben Sie die Zustandsgleichung für folgende Grenzfälle an:

- a) Strahlung bzw. relativistische Teilchen;
- b) nicht-relativistische Teilchen.
- c) Bestimmen Sie die zeitliche Entwicklung des Skalenparameters $R(t)$, wenn jeweils einer der beiden Fälle a,b dominiert und $k = 0$ gilt.
- d) Bestimmen Sie $R(t)$ für den Fall der Dominanz der Vakuumenergie und $k = 0$. Für die Vakuumenergie gilt die Zustandsgleichung $p = -\rho_v c^2 = const$. Benutzen Sie dazu Gleichung (2.36), um das Vorzeichen der Beschleunigung richtig zu benutzen.

2.2 Alter des Universums (8P)

Bestimmen Sie das Alter eines flachen und strahlungsdominierten Universums mit dem heute gemessenen Hubble-Parameter.