Universität zu Köln
Institut für Theoretische Physik
Prof. Dr. Claus Kiefer
Friedemann Queisser

19.12.2010

11. Übungsblatt zur Vorlesung **Allgemeine Relativitätstheorie und Kosmologie II** im Wintersemester 2009/10

Aufgabe 27: **Inflationäres Universum** (7 Punkte)

Es ist ein Inflationsmodell gesucht, für das die zeitliche Entwicklung des Skalenparameters durch $a(t) \propto t^p$ gegeben ist. Für welche Werte von p kann man von "Inflation" reden? Finden Sie ein geeignetes Potential $V(\phi)$ für ein räumlich homogenes skalares Feld $\phi(t)$, so daß die obige Form von $a(t)$ als exakte Lösung der Bewegungsgleichungen in einem räumlich flachen Universum herauskommt. Wie lautet die zugehörige Lösung $\phi(t)$?

Aufgabe 28: **Entropie des Universums** (7 Punkte)

a) Die Entropie des Universums wird von den Beiträgen der kosmischen Hintergrundstrahlung und der kosmischen Neutrinos dominiert. Schätzen Sie die Größenordnung dieser Entropie (in Einheiten von k_{B}) ab, indem Sie als Radius des Universums die Hubble-Distanz $d_H = c/H_0$ ansetzen.

b) Nehmen Sie an, die gesamte Masse des Universums stecke in (kugelsymmetrischen) Schwarzen Löchern mit jeweils einer Sonnenmasse. Welche Entropie ergäbe dies? (Zur Erinnerung: Die Entropie eines Schwarzen Loches beträgt $S_{\mathrm{BH}} = Ac^3 k_{\mathrm{B}}/(4G\hbar)$ mit A als der Oberfläche des Ereignishorizontes.) Nehmen Sie nun an, die gesamte Masse des Universums stecke in *einem* Schwarzen Loch - wie groß wäre dann die Entropie? Wenn Sie diesen Wert als maximalen Wert für die Entropie annehmen - wie groß wäre dann die "Wahrscheinlichkeit" für unser Universum?

Aufgabe 29: **Geschichte des Universums** (6 Punkte)
Fassen Sie kurz (maximal zwei Seiten) die einzelnen Phasen in der Entwicklung des Universums zusammen, insoweit sie in der Vorlesung behandelt wurden.

Abgabe: Mi, 27.1.2010