

Physikaufgabe 120

[Home](#) | [Startseite](#) | [Impressum](#) | [Kontakt](#) | [Gästebuch](#)

Aufgabe: Beweisen Sie, daß der aktuelle Meßwert der Hubble-Konstanten falsch ist. Berechnen Sie mit dem korrigierten Wert die konstante Beschleunigung des Alls.

Beweis: Die Hubble-Konstante wird im allgemeinen mit einem Zahlenwert von 74 km/s/Mpc angegeben. Angenommen, wir messen eine Galaxie am Rande des Universums in einer Entfernung von 13,8 Milliarden Lichtjahren.¹ Ein Lichtjahr sind $9,46 \cdot 10^{15}$ m. Das Weltall hat mit diesen Werten einen Radius R von $1,3055 \cdot 10^{26}$ m. Dies entspricht einer Geschwindigkeit von 98,72 % der Lichtgeschwindigkeit. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Alls v berechnet sich gemäß den Gesetzen der Speziellen Relativitätstheorie zu

$$v(t) = \frac{at}{\sqrt{1 + \frac{a^2 t^2}{c^2}}} = c \tanh\left(\operatorname{arsinh} \frac{at}{c}\right),$$

wobei a die konstante Beschleunigung des Alls ist. Setzen wir das Weltalter T in diese Gleichung ein und lösen nach a auf, erhalten wir mit $v(T) = \omega R$ den Wert der Beschleunigung nach Auflösung obiger Gleichung zu

$$a = \frac{c}{T} \sinh\left(\operatorname{artanh} \frac{\omega R}{c}\right).$$

Es ergibt sich ein Zahlenwert von $4,26 \cdot 10^{-9}$ m/s². Das ist gegenüber der Erdbeschleunigung vernachlässigbar. Wohl aber dürfte a aufgrund der Raumkrümmung unmittelbar vor dem Gravitationskollaps bedeutend zunehmen.² Wegen $aT = 18,55 \cdot 10^8$ m/s können wir die Näherung $v \approx c$ verwenden, d.h. wir bewegen uns bereits mit einer Geschwindigkeit nahe der Lichtgeschwindigkeit durchs All.

Allerdings darf die Geschwindigkeit nicht über dem Wert der Lichtgeschwindigkeit liegen. Mit einer Hubble-Konstanten ω von 74 km/s/Mpc wäre $c = 3,13 \cdot 10^8$ m/s, die Lichtgeschwindigkeit also bereits deutlich überschritten. Was immer die Messungen der Hubble-Konstanten ergeben mögen, ihr derzeitiger Wert ist erkennbar zu groß. Mit einem etwas niedrigeren Wert von 70 km/s/Mpc liegen wir bei $2,96 \cdot 10^8$ m/s, also im vernünftigen Bereich

qed

¹ Die Galaxie GN-z11 liegt in einer Entfernung von 13,4 Milliarden Lichtjahren, also relativ nahe beim Urknall.

² Dazu müßten wir allerdings die Allgemeine Relativitätstheorie zu Hilfe nehmen.

Physikaufgabe 120

Anhang

```
% Beschleunigung des Alls
% Hubble-Konstante in [km/s/Mpc]
omega = 70;
% Lichtgeschwindigkeit in [m/s]
c = 3e8;
% Alter des Universums in Jahren
T = 13.8e9;
% Umrechnung Jahr in [s]
Sekunden = 31536000;
T = T*Sekunden
% Maßeinheit
kilo = 1e3;
% Megaparsec in [m]
Mpc = 3.0857e22;
% Hubble-Konstante in [1/s]
omega = omega*kilo/Mpc
% Umrechnung Lichtjahre in [m]
Lj = 9.46e15;
% Radius des Alls in Lichtjahren
R = 13.8e9;
% Radius des Alls in [m]
R = R*Lj
% Geschwindigkeit in [m/s]
v = r*omega
% Beschleunigung in [m/s^2]
a = c/T*sinh(atanh(omega*r/c))

>> acceleration

T = 4.3520e+17

omega = 2.2685e-18

R = 1.3055e+26

v = 2.9615e+08

a = 4.2624e-09
```