

Physikaufgabe 78

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

Aufgabe: Berechnen Sie den Anteil an dunkler Materie im Universum zum Zeitpunkt des Urknalls.

Lösung: Betrachten wir zunächst Abbildung 1. Dort ist die Singularität mit Schwarzschildradius R zum Zeitpunkt des Urknalls dargestellt. Durch Photon-Photon-Wechselwirkung entstehen innerhalb des Schwarzschildradius sowie auf dessen Rand Proton-Antiproton-Teilchenpaare $p_+ - p_-$. Die Entstehung anderer Materie-Antimaterie-Paare wollen wir aus Gründen der Einfachheit vernachlässigen.

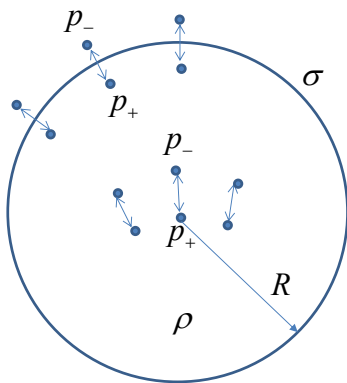


Abbildung 1. Das Universum zum Zeitpunkt des Urknalls mit Paarbildung auf dem Rand des Schwarzschildradius

Jene Protonen p_+ , die innerhalb des Schwarzschildradius liegen, verbleiben unter dem Einfluß der Gravitation als sichtbare Materie der Masse M_v im Universum, während die Antiprotonen p_- außerhalb des Schwarzschildradius liegen und daher vom Universum nicht eingefangen werden können. Rein statistisch müßten auf dem Schwarzschildradius genauso viele Protonen wie Antiprotonen im Innern der Singularität liegen, so daß sie sich gegenseitig wieder annihilieren. Nur wenn wir annehmen, daß die außerhalb des Schwarzschildradius liegenden Antiprotonen zu einem Paralleluniversum gehören, könnte die Polarisation zwischen beiden Universen dafür sorgen, daß die Dipole alle in die gleiche Richtung zeigen und sich im einen Universum die Materie ansammelt, im dazu parallelen die Antimaterie. Es hängt dann nur vom Zufall ab, welches von beiden Universen das aus Materie bestehende ist. Es ist natürlich unter Annahme eines dreidimensionalen kugelförmigen Universums schwer zu veranschaulichen, daß die Dipole auf dem Rand alle radial nach außen zeigen und das polarisierende Feld derart gekrümmt ist, daß gleichnamige Ladungen alle im Innern sitzen. Die im Innern erzeugten Materie-Antimaterie-Paare annihilieren unmittelbar nach ihrer Erzeugung sowieso wieder, weil in einem stabilen System auf Dauer kein Ladungsüberschuß vorhanden sein kann. Sei also

$$M = \frac{4\pi}{3} \rho R^3 = \frac{E}{c^2}$$

die gesamte in der Singularität vorhandene Masse, wobei E die Gesamtenergie des Universums ist und c die Lichtgeschwindigkeit. Dann können wir diese Masse zerlegen in eine Masse auf

Physikaufgabe 78

der Oberfläche der Singularität M_σ und eine Masse M_ρ im Innern abzüglich der Oberfläche. Dabei ist

$$M_\sigma = 4\pi\sigma R^2 \quad \text{und} \quad M_\rho = M - M_\sigma,$$

wobei wir die Masse $M_\sigma = M_v + M_d$ noch zerlegen können in den sichtbaren Anteil und den dunklen M_d . Für die innerhalb des Schwarzschildradius verbliebene Masse gilt also

$$M - M_d = M_v + M - M_\sigma = 2\pi\sigma R^2 + \frac{4\pi}{3}\rho R^3 - 4\pi\sigma R^2$$

Formen wir entsprechend um, so folgt aus

$$M_v + M_\rho = 2\pi\sigma R^2 + \frac{4\pi}{3}R^3\left(\rho - \frac{3\sigma}{R}\right)$$

und wegen $M_\rho = 0$, daß

$$\sigma = \frac{\rho R}{3}.$$

Eingesetzt erhalten wir für die sichtbare Masse des Universums zum Zeitpunkt des Urknalls den Ausdruck

$$M_v = \frac{2\pi}{3}\rho R^3 = \frac{1}{2}M = \frac{E}{2c^2}.$$

Die andere Hälfte der Masse bzw. Energie verschwindet aufgrund der Paarbildung im Paralleluniversum. Unser Universum ist also durch nichts anderes als eine Zerlegung der Energie in Materie und Antimaterie entstanden, und dieser Vorgang sollte sich periodisch wiederholen, nachdem alle Materie komplett in Energie umgewandelt worden ist und Raum und Zeit jedesmal zurückgesetzt worden sind.