

Physikaufgabe 90

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

Aufgabe: Beweisen Sie, daß die Lichtgeschwindigkeit nicht konstant sein kann. Begründen Sie, warum sonst dunkle Energie und Materie nicht erklärt werden können.

Beweis: Nach Albert Einstein gilt die berühmte Formel der Energie-Masse-Äquivalenz

$$E = mc^2.$$

Diese Aussage ist gleichbedeutend mit der Impuls-Masse- bzw. Energie- Impuls-Äquivalenz

$$p = mc = \frac{E}{c}.$$

Einstein hat angenommen, daß die Lichtgeschwindigkeit konstant sei. Wir nehmen nun an, daß dem nicht so ist. Damit können wir aus der Impuls-Masse-Äquivalenz das totale Differential

$$dp = cdm + mdc$$

bilden bzw. wir erhalten den Impulserhaltungssatz zum Zeitpunkt des Urknalls,

$$\Delta p = c\Delta m + m\Delta c = 0,$$

weil sich der Impuls durch den Urknall nicht ändern kann. Es kann nämlich nicht etwas aus nichts entstehen, da sonst sämtliche Naturgesetze verletzt wären. Dividieren wir den Impulserhaltungssatz durch den Impuls, so lautet die relative Impulsänderung

$$\frac{\Delta p}{p} = \frac{\Delta m}{m} + \frac{\Delta c}{c} = 0.$$

Was also die Lichtgeschwindigkeit abgibt, kann nur die Masse aufnehmen. Weil sich das All aber nicht schneller ausdehnen kann als mit Lichtgeschwindigkeit, gilt gegen Ende des Universums wegen $\Delta c = 0$, also kurz vor dem nächsten Urknall,

$$\Delta p = c\Delta m.$$

Wegen $\Delta c = c - v$ ist die Impulserhaltung aber nur gewährleistet, wenn $v = c$. Folglich kann sich aufgrund der Erhaltungssätze auch die schwere Masse kurz vor dem Urknall nicht mehr ändern, d.h.

$$\Delta m = 0.$$

Die Gleichung $\Delta m = m_0 - m$ ist damit aber nur erfüllt, wenn $m_0 = m$, wobei m_0 die schwere Masse ist und m die träge. Da die schwere Masse aber am Ende des Universums verschwunden ist, muß sie in Form von dunkler Materie bzw. Energie weiterexistieren.¹

¹ Zumal die träge Masse konstant ist

Physikaufgabe 90

Unmittelbar nach dem Urknall hat das Universum wegen der Trägheit der Masse nämlich noch keine Fahrt aufgenommen, d.h. $v = 0$. Dann wird die Gleichung $\Delta c = c - v$ nur erfüllt, wenn $\Delta c = c$. In diesem Fall gilt aus Erhaltungsgründen

$$\frac{\Delta m}{m} = -\frac{\Delta c}{c} = -1,$$

bzw. $\Delta m = -m$. Wenn also die Geschwindigkeit der Materie zunimmt, muß die schwere Masse abnehmen. Sie ist am größten, solange sich das Universum noch nicht ausgedehnt hat und verschwindet allmählich, je schneller sich das Universum ausbreitet. Wenn das All seine größte Ausdehnung erreicht hat, müssen potentielle Energie und schwere Masse irgendwann verschwinden. Schwere Masse und Ausdehnungsgeschwindigkeit weisen also hinsichtlich ihrer zeitlichen Entwicklung genau das entgegengesetzte Verhalten auf. Die Gleichung $\Delta m = m_0 - m$ ist damit für $\Delta m = -m$ nur erfüllt, wenn vor dem Urknall $m_0 = 0$ ist. In beiden Fällen bleibt der Gesamtimpuls des Universums erhalten, vor dem Urknall, weil sich die Geschwindigkeit nicht mehr ändert und die schwere Masse verschwindet, d.h. $p = mc$, und nach dem Urknall wegen $p_0 = mc$, weil die Geschwindigkeit noch null ist. Das Weltall ändert also zum Zeitpunkt seiner Entstehung weder Gesamtimpuls noch Gesamtenergie.

Wir können nun auch das totale Differential der Energie berechnen,

$$dE = c^2 dm + 2mc dc,$$

und dieses auf die Gesamtenergie normieren,

$$\frac{dE}{E} = \frac{dm}{m} + 2\frac{dc}{c},$$

dann entspricht dies, wenn wir die Differentiale durch Differenzen ersetzen, dem Energieerhaltungssatz

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta m}{m} + 2\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta p}{p} + \frac{\Delta c}{c} = 0$$

bzw.

$$\Delta E = c\Delta p + p\Delta c = 0.$$

Weil aber Impuls und Energie erhalten bleiben, müßte theoretisch auch die Lichtgeschwindigkeit eine Erhaltungsgröße sein, $\Delta c = 0$, wenn es nicht noch eine zweite Lösung gäbe, nämlich $\Delta p = -p$ für $\Delta c = c$. Damit das nächste Universum nämlich beginnen kann, muß es soviel Energie aufgenommen haben, wie in der Änderung $\Delta c = c$ steckt. Daraus folgt nach dem Energieerhaltungssatz, daß die Gesamtenergie des Universums wegen $\Delta E = c\Delta p + p\Delta c = 0$ auch dann erhalten bleibt, wenn die Lichtgeschwindigkeit nicht konstant ist. Damit ist aber auch die Summe aus kinetischer und potentieller Energieänderung gleich null, denn beide Größen sind entgegengesetzt gleich. Das Weltall kann also seinen nächsten Lauf nur mit der vollständigen

Physikaufgabe 90

Strahlungsenergie aller zerstrahlten Materie des letzten Universums beginnen, weil es zum Zeitpunkt $t = 0$ noch keine Geschwindigkeit aufgenommen hat. Gegen Ende des Universums, wenn $\Delta c = c - v = 0$, sind sowohl die kinetische Energie als auch der kinetische Impuls maximal. Für den potentiellen Impuls und die potentielle Energie gilt genau das Umgekehrte: Sie sind am Ende des Universums minimal geworden, weil die schwere Masse in dunkle Materie und dunkle Energie konvertiert worden ist. Die beiden Erhaltungssätze haben daher vor dem Urknall die Lösungen

$$\Delta m = \Delta c = \Delta p = 0,$$

was wegen $p = p_{kin}$ gleichbedeutend ist mit

$$v = c, \quad m_0 = 0, \quad p_0 = 0.$$

Kurz nach Beginn des neuen Universums gelten wieder die alten Erhaltungssätze. Sie haben diesmal jedoch andere Lösungen, und zwar

$$\frac{\Delta m}{m} = -\frac{\Delta c}{c} = \frac{\Delta p}{p} = -1$$

bzw.

$$\Delta c = c - v = c, \quad \Delta m = -m, \quad \Delta p = -p.$$

Wegen $p = p_{pot}$ sind diese Lösungen gleichbedeutend mit

$$v = 0, \quad m_0 = m, \quad p_0 = mc.$$

Energie- und Impulssatz werden dadurch identisch erfüllt:

$$\Delta p = c\Delta m + m\Delta c = -mc + mc = 0 \quad \text{und} \quad \Delta E = c\Delta p + p\Delta c = -pc + pc = 0.$$

Das bedeutet, daß unmittelbar nach dem Urknall noch keine kinetische Energie und kein kinetischer Impuls vorhanden sind und nach dem Energieerhaltungssatz daher nur potentielle Energie und potentieller Impuls vorhanden sein können. Das muß auch so sein, sonst könnte das All nicht erneut expandieren. Vor dem Urknall hingegen waren kinetische Energie und kinetischer Impuls maximal, weil die Geschwindigkeit des Alls auf Lichtgeschwindigkeit zugenommen hatte. Daher müssen nach dem Energiesatz potentielle Energie und potentieller Impuls minimal gewesen sein. Mithin beträgt der Energieübertrag während des Urknalls

$$\Delta E = E_{kin} - E_{pot} = (p - p_0)c = \Delta pc = 0.$$

Multiplizieren wir beide Seiten mit der Zeit Δt , so erkennen wir darin unschwer die Heisenbergsche Unschärferelation

$$\Delta E \Delta t = \Delta pc \Delta t = \Delta p \Delta x = 0.$$

Physikaufgabe 90

In Wirklichkeit gilt natürlich

$$\Delta E \Delta t = \Delta p \Delta x = \frac{\hbar}{2},$$

weil die Erhaltungssätze mit ihren Inversen über die Elementarwirkung verknüpft sind, aber das gibt die klassische Rechnung nicht her. Das Zusammenbrechen der Lichtgeschwindigkeit markiert also genau den Zeitpunkt zwischen Anfang und Ende eines Universums. Die Energie, die dabei umgewandelt wird, ist als dunkle Energie bzw. Materie stets vorhanden, aber eben nicht sichtbar. Wir Menschen haben lediglich einen Sinn für Raum und Zeit, nicht aber für ihre Kehrwerte Energie und Impuls. Diese finden sich in dem der Anschauung nicht zugänglichen reziproken Raum wieder. Es ist klar, daß wenn Raum und Zeit expandieren, ihre energetischen Kehrwerte verschwinden müssen. Das folgt direkt aus dem Unschärfeprinzip, das ja nichts anderes ist als eine Wirkung bzw. ein Drehimpuls. Wenn man dem Universum keinen Drehimpuls zugesteht, kann man die dunkle Materie und Energie auch nicht erklären. Gewöhnungsbedürftig ist auch unser neues Verständnis der Lichtgeschwindigkeit. Ihr konstanter Wert im Vakuum ist nicht von Interesse, vielmehr ist ihr tatsächlicher Wert in Materie von universeller Bedeutung. In unendlich dicht gepackter Materie klingt die Lichtgeschwindigkeit auf null ab, weil die mit ihr verknüpfte Energie für die Entstehung eines neuen Universums gebraucht wird. Quantentheorie und Relativitätstheorie können nicht voneinander unabhängig sein, das würde kosmologisch keinen Sinn ergeben. Akzeptiert man hingegen, daß die Lichtgeschwindigkeit sich ändert, kann man Werden und Vergehen des Alls viel besser verstehen.