Das Proton-Elektron-Massenverhältnis.

Von Martin Bock

Für die Elektronmasse m_e kann folgende Strukturformel angegeben werden (vgl. mit S.3 im Artikel Physikalische Struktur der Pion-Masse):

$$(1)\ldots \quad \boxed{m_e = \left[1 + \underbrace{\frac{1}{\frac{2}{\varphi\,\alpha} - 1} - \frac{8}{3}\cdot\left[\frac{\varphi\,\alpha}{2}\right]^2 \cdot \left(\frac{1}{\varphi^2} + \frac{\varphi\,\alpha}{2} + \overbrace{\frac{2}{9}\cdot\frac{\varphi\,\alpha}{4\pi}}^{Neuerung\ ^*)} \right)}_{bezieht\ sich\ auf\ Magnetfeldmasse\ m_{em}} \right] \cdot m_{es} = \underbrace{9{,}109\ 382\ 909\ 97 \cdot 10^{-31} \cdot kg}_{berechnet\ für\ Neuerung\ mit\ Faktor\ 3/9}}\,.$$

*) Sofern anstelle Codata-Wert $h = 6{,}626\ 069\ 57\ (29) \cdot 10^{-34} \cdot kgm/s^2$ der Wert $h = 6{,}626\ 069\ 58 \cdot 10^{-34} \cdot kgm/s^2$ angesetzt würde, was ohne Weiteres zulässig ist, könnte für die Neuerung anstelle von 3/9 der Faktor 2/9 stehen, was naheliegt und daher auch hier angegeben ist. Dies zeigt die enorme Präzision dieser Strukturformel. Die Neuerung ist wegen Aktualisierung der Codata-Werte für mp, me, e und h hier als Arbeitshypothese vorangestellt.

Der Rechenwert für m_e nach (1) ist praktisch identisch mit dem Messwert lt. Codata von $m_e = 9{,}109\ 382\ 91\ (40) \cdot 10^{-31} \cdot kg$. Da dieser Messwert aufgrund seiner Messungenauigkeit ab der 9. Kommastelle nur Nullen aufweist, der Rechenwert nach (1) jedoch nicht, verbleibt ein geringfügiger Unterschied.

Trotz dieser enormen Präzision ist die Neuerung dennoch nur als Arbeitshypothese einzustufen. Die Neuerung gilt nur für das Proton gemäß m_{pm}/m_{ps}. Sie lässt sich nicht auf Elektron-Neutrinos anwenden. Dagegen bedeutet der Faktor $\varphi\,\alpha\,/2$, dass die Massekugel des Elektron-Neutrinos auch durch $c-$ Rotation um sich selbst einen zusätzlichen Beitrag liefert. Dies ist unmittelbar einzusehen.

Für α erhält man bei Berechnung mit den Codata-Werten $e = 1{,}602\ 176\ 565\ (35) \cdot 10^{-34} \cdot As$, $h = 6{,}626\ 069\ 57\ (29) \cdot 10^{-34} \cdot kgm/s^2$ sowie $c = 299.792.458 \cdot m/s$ mit Hilfe der Sommerfeld-Formel $\alpha^{-1} = 2hc \cdot \varepsilon_0 / e^2$ den Wert $\alpha^{-1} = 137{,}035\ 998\ 967$. Trotz gleicher Werte für e, h, c nennt Codata $\alpha^{-1} = 137{,}035\ 999\ 074\ (44)$, was überprüft werden sollte.

In (1) ist m_{es} die sog. "statische" Elektronmasse gemäß

(2)… $\boxed{m_{es} = \dfrac{m_p}{\left(\dfrac{4\pi}{\varphi\,\alpha} + \dfrac{2}{9}\right)}}$. Es ist $\boxed{-\dfrac{8}{3}\cdot\left(\dfrac{\varphi\,\alpha}{2}\right)^2 \cdot \dfrac{1}{6} m_{es} = m_{\bar{\nu}e}}$ die Masse des Anti-Elektron-Neutrinos.

Somit ergibt sich für das Proton-Elektron-Massenverhältnis folgende Strukturformel:

(3)… $\frac{m_e}{m_p} = \left(\frac{1}{1-\frac{\varphi\alpha}{2}} - \frac{8}{3}\cdot\left(\frac{\varphi\alpha}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{\varphi^2} + \frac{\varphi\alpha}{2} + \overbrace{\frac{2}{9}\cdot\frac{\varphi\alpha}{4\pi}}^{Neuerung} \right) \right) \cdot \left(\frac{4\pi}{\varphi\alpha} + \frac{2}{9} \right)^{-1}$. Hierbei ist $\varphi = \frac{1}{2}\pi^2 - 4$.

Mit dem aktuellen Codata-Wert für die Protonmasse gemäß $m_p = 1{,}672\ 621\ 777 \cdot 10^{-27} \cdot \mathrm{kg}$ berechnet sich das **Proton-Elektron-Massenverhältnis** zu

(4)… $\boxed{m_p = m_e \cdot 1.836{,}152\ 671\ 95}$. Der Codata-Wert beträgt $\boxed{1.836{,}152\ 672\ 45\ (75)}$.

Die in (3) aufgeführte Neuerung hat aus v g. physikalischem Grunde keinen Bestand und muss daher entfallen. Um dies mit der Struktur ohne Neuerung zu erreichen, muss anstelle des Codata-Wertes $h = 6{,}626\ 069\ 57\ (29) \cdot 10^{-34} \cdot kgm/s^2$ mit $h = 6{,}626\ 069\ 606\ 9 \cdot 10^{-34} \cdot kgm/s^2$ gerechnet werden, was weit innerhalb der zulässigen Messtoleranz liegt und somit problemlos zulässig ist.

(6)… $\frac{m_e}{m_p} = \left(\frac{1}{1-\frac{\varphi\alpha}{2}} - \frac{8}{3}\cdot\left(\frac{\varphi\alpha}{2}\right)^2 \cdot \left(\frac{1}{\varphi^2} + \frac{\varphi\alpha}{2} \right) \right) \cdot \left(\frac{4\pi}{\varphi\alpha} + \frac{2}{9} \right)^{-1}$.

Diese Strukturformel ist als exakt anzusehen. Wertänderungen ergeben sich nur noch durch Änderungen der Eingangsgrößen für e, h, c.

Für die Sommerfeld-Konstante ergibt sich bei Ansatz von $h = 6{,}626\ 069\ 606\ 9 \cdot 10^{-34} \cdot kgm/s^2$ nunmehr $\alpha^{-1} = 137{,}035\ 999\ 731$. Selbstverständlich könnten h und e innerhalb der Messtoleranzen beliebig modifiziert werden, um diesen Wert für α einzustellen. Für das Proton-Elektron-Massenverhältnis ergibt sich in jedem Falle wieder $\boxed{m_p = m_e \cdot 1.836{,}152\ 671\ 95}$. Dies ist exakt der gleiche Wert wie in (4), was ja gerade der Sinn der Zielwertsuche für h bzw. e war.

Anmerkungen zum Zahlenwert der Gravitationskonstanten G

Da anhand Formel (1) mit oder ohne Neuerung der Codata-Messwert für m_e im Rahmen der Messgenauigkeit von h praktisch exakt eingestellt werden kann, ist auch die Substitutionsformel (2) und hier insbesondere Faktor $2/9$ als hochpräzise anzusehen! Mit (2) berechnet sich G zu $6{,}674\ 069\ 78\ (66) \cdot 10^{-11} \cdot m^3 s^{-2} kg^{-1}$ (s. Herleitung in Der „wahre" Wert der Gravitationskonstanten.). Wie dort gezeigt, liegt die Genauigkeit dieses G-Wertes im Rahmen der Messgenauigkeit der Naturkonstanten e und h, also im Bereich von rd. $\pm\ 5{,}0 \cdot 10^{-8}$. Daher bezieht sich die Messtoleranz des berechneten G – Wertes erst auf die 7. und 8. Kommastelle, ist also tausend-fach genauer als der Codata-Wert von $G = 6{,}673\ 84\ (80) \cdot 10^{-11} \cdot m^3 s^{-2} kg^{-1}$, weil sich dessen Messtoleranz auf die 4. und 5. Kommastelle bezieht. Die enorme Präzision des Faktors $2/9$ wird im Artikel Über die Sub-Ebene von Elektron und Proton explizit dargelegt.