Über die innere Struktur der Elektronmasse

Die in dieser Ausarbeitung vorgestellte physikalische Strukturformel zur Bestimmung der Elektronmasse m_e ist eine wesentliche Grundlage für das bessere Verständnis des Elementarbereichs. Mit der hier praktizierten „neuen" Denkweise der Existenzphysik wird mit Hilfe von seit 1970 bekannten Philberth'schen Elementareinheiten aufgezeigt, dass das Elektron eine innere Struktur hat. Die erzielte hervorragende Übereinstimmung mit dem Codata-Wert für m_e sowie die phänomenologische Transparenz der Strukturformel (12) belegen deren Korrektheit.

I Codata-Messwerte

Lichtgeschwindigkeit im Vakuum:

(1) $c = 299.792.458 \cdot m/s$

Magnetische und elektrische Feldkonstante

(2) $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \frac{Vs}{Am}$ $\qquad \varepsilon_0 = \frac{1}{\mu_0 \cdot c^2}$

Elementarladung $\pm 6{,}1 \cdot 10^{-9}$

(3) $e = 1{,}602.176.621(10) \cdot 10^{-19} \cdot C$

Planck'sches Wirkungsquantum $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$

(4) $h = 6{,}626.070.040(80) \cdot 10^{-34} \cdot Js$

Feinstrukturkonstante $\pm 2{,}0 \cdot 10^{-10}$ **und deren Kehrwert** $\pm 2{,}0 \cdot 10^{-10}$

(5) $\alpha = \frac{e^2}{2hc\varepsilon_0} = 0{,}007.297.352.566.21(15)$ $\qquad \frac{1}{\alpha} = 137{,}035.999.142(28)$

Codata nennt als relative Abweichung $\pm 2{,}3 \cdot 10^{-10}$. Die explizite Nachrechnung hierzu ergibt folgendes: In der Strukturformel (5) sind nur e und h mit einer relativen Abweichung behaftet. Wie man leicht nachrechnen kann, addieren sich im Falle von Werte-Multiplikation die Unsicherheiten (z. B. verdoppeln sie sich, wenn die relativen Abweichungen gleich groß sind) und im Falle von Werte-Division subtrahieren sie sich (z. B. heben sie sich auf, wenn die relativen Abweichungen gleich groß sind). Würde der Wert für e oder der Wert für h exakt sein, so bliebe – egal ob Werte-Division oder Werte-Multiplikation – stets die eine relative Abweichung bestehen. Würde unterstellt, dass beide Werte exakt sind, dann würde es eine Unsicherheit gar nicht erst geben. Im vorliegenden Fall gilt also: $2 \cdot \pm 6{,}1 \cdot 10^{-9} - 1 \cdot \pm 1{,}2 \cdot 10^{-10} = \pm 2{,}0 \cdot 10^{-10}$. In so weit ist der Codata-Wert als konservativ anzusehen.

Protonmasse $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$

(6) $m_p = 1{,}672.621.898(10) \cdot 10^{-27} \cdot kg$

II Definition der Philberth'schen Elementareinheiten

Feldkonstante

(7) $$\boxed{\varphi_{z=\infty} = \sum_1^\infty \left(n+\frac{1}{2}\right)^{-2} = \frac{1}{2}\pi^2 - 4 = 0{,}934.802.200.545}$$

Die physikalische Bedeutung von φ als „Feldkonstante" ist in Kapitel 3, Seite 16 , Formel (7) der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten erläutert. Die Ausarbeitung ist zu finden unter
http://www.physik-theologie.de/uploads/tx_sbdownloader/2018_02_18-Rydbergkonstante_des_Wasserstoffatoms.pdf),

Statische Protonmasse $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$

(8) $$\boxed{m_{ps} = \frac{m_p}{1+\frac{2}{9}\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{4\pi}} = 1{,}672.420.151(10)\cdot 10^{-27}\cdot kg},$$

s. hierzu Kapitel 3, Seite 16, Formel (6) der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten

Statische Elektronmasse $\pm 1{,}22 \cdot 10^{-8}$

(9) $$\boxed{m_{es} = m_{ps}\cdot\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{4\pi} = 9{,}078.635.57(11)\cdot 10^{-31}\cdot kg}$$

Die relative Abweichung ergibt sich über $m_{ps}\cdot\alpha : + \pm 1{,}2\cdot 10^{-8} + 2{,}0\cdot 10^{-10}$,
s. hierzu Kapitel 4, Seite 18, Formel (11) der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten

Elementarlänge, Elementardauer

(10) $$\boxed{\lambda = \frac{h}{m_{ps}\cdot c} = 1{,}321.569.258.116.51(03)\cdot 10^{-15}\cdot \mathrm{m}}$$

Es heben sich die relativen Abweichungen die durch h/m_{ps} gegeben sind gegenseitig auf. Der verbliebene Wert $\pm 2{,}2\cdot 10^{-14}$ ist der Rechengenauigkeit mit MS_Excel geschuldet. Es kann also angenommen werden, dass der v. g. Wert für λ exakt ist. Somit sind m_{ps} und λ so abgestimmt, dass sich exakt h/c ergibt. Zudem gilt exakt $\boxed{\tau = \lambda / c = 4{,}40828053825336(10)\cdot 10^{-24}\cdot s}$ mit τ als **Elementardauer**.
Siehe hierzu Kapitel 3, S. 16, Formel (8) und (9) in der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten.

Raumschalen-Zähler für den Elektron-Innenraum

(11) $$\boxed{z_H = 2/(\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha) = 293{,}187.155.603}$$

$\boxed{r_L = z_H \cdot \lambda = 3{,}87467131719(88)\cdot 10^{-13}\cdot m}$ der **Ladungsradius des Elektrons**, bzgl. λ wird auf Formel (16) verwiesen, s. hier Seite 5, bzgl. λ s. auch Formel (13) für a_0 auf S. 21 der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten.

III Über die innere Struktur der Elektronmasse $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$

Formel (12) gibt einen Einblick in die innere Struktur der Elektronmasse.

(12) $$m_e = \overbrace{\left[\frac{\overbrace{\left(1 - \frac{2}{3}\alpha^2\right)}^{= m_e / m^* \ aus\ (13)}}{1} \cdot \frac{1}{\left(1 - \frac{\varphi\alpha}{2}\right)} \right] \cdot \overbrace{\left\{ \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi} \right\} \cdot \overbrace{\frac{m_p}{\left(1 + \frac{2}{9} \cdot \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{4\pi}\right)}}^{= m_{ps} \ aus\ (8)}}^{= m_{es} \ aus\ (10)}}^{= m^* = 9{,}109.706.87(11) \cdot 10^{-31} \cdot kg \ aus\ (13)} = \frac{m_p}{1836{,}152.692.74(36)}$$

$$m_e = 9{,}109.383.47(11) \cdot 10^{-31} \cdot kg$$

Wie zu sehen, bezieht sich die Elektronmasse m_e gerade <u>nicht</u> auf die Protonmasse m_p, was ja auch nicht sein kann, sondern es ist die Philberth'sche Statische Elektronmasse m_{es} aus (9), welche für die Größe der Elektronmasse m_e maßgebend ist. Und wie die beiden Terme in der eckigen Klammer zeigen, existieren innerhalb des Elektrons voneinander unabhängige Eigenbestandteile, deren Verhältnis zueinander eben durch die beiden Terme in den eckigen Klammern repräsentiert ist.

Der Term m_p / m_e ist nur mit der Messunsicherheit über α in der geschweiften Klammer von $\boxed{\pm 2{,}0 \cdot 10^{-10}}$ behaftet. Codata nennt konservativ $\pm 2{,}3 \cdot 10^{-10}$, vgl. (5). Mit den Codata-Werten aus (6) und zu (12) berechnet sich $1836{,}152.673.76$. Allerdings nennt Codata für das Massenverhältnis mit $1836{,}152.673.89(17)$ einen geringfügig anderen Wert. Demnach liefert obige Strukturformel einen Wert, der im Vergleich zur Codata-Angabe mit einer relativen Abweichung von $+1{,}03 \cdot 10^{-8}$ zwar etwas zu hoch ist. Es besteht also bei m_p / m_e eine kleine Diskrepanz. Trotzdem ist die Genauigkeit des Terms bereits enorm und - verbunden mit der Einfachheit seiner Struktur - ein Beleg für deren Korrektheit als auch insbesondere für den im Zähler der eckigen Klammer stehenden Term $1 - 2/3 \cdot \alpha^2$. Die Diskrepanz kann beseitigt werden, wenn <u>innerhalb</u>(!) der heutigen(!) Codata-Messgenauigkeit ein <u>genauerer</u> Wert für die Elektronmasse m_e bestimmt wird.

Codata nennt für $m_e = 9{,}109.383.56(11) \cdot 10^{-31} \cdot kg$. Die relative Abweichung des nach (12) sich ergebenden Werts vom $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$ genauen Codata-Wert beträgt $-1{,}03 \cdot 10^{-8}$. Damit liefert (12) einen Wert <u>innerhalb</u> der Codata-Messgenauigkeit. Um den Codata-Wert für m_e exakt einzustellen, müsste der ohnehin wertmäßig sehr kleine Term $-2/3 \cdot \alpha^2 = -3{,}5500903 \cdot 10^{-5}$ mit dem Korrekturfaktor $0{,}999.708.768$ multipliziert werden. Der Korrekturfaktor hat aber keine physikalische Grundlage sondern ist numerologisch. Die Nähe zur Zahl 1 in Verbindung mit dem sehr kleinen Zahlenwert $-3{,}55 \cdot 10^{-5}$ legt nahe, dass (12) ein <u>exaktes</u> Abbild der physikalischen Realität ist.

Aufgrund des einfachen Aufbaus der obigen Strukturformel (12) für m_e liegt es jedenfalls sehr nahe, dass diese den „wahren" Wert für m_e liefert.

Es ist daher zu erwarten, dass die zukünftige Entwicklung der Messgenauigkeit für m_e auch zu diesem Wert hinführen wird.

Die Strukturformel (12) zeigt die physikalische Bedeutung von m_e/m_{es} in Gestalt zweier Massenverhältnisse: $\boxed{\dfrac{m_e}{1-\frac{2}{3}\alpha^2} = \overbrace{m*}^{aus\,(13)} = \dfrac{m_{es}}{1-\frac{\varphi_{z=\infty}}{2}\alpha}}$. Die relative Abweichung bei $m*$ beträgt $\pm 1{,}2\cdot 10^{-8}$. Siehe hierzu Kapitel 9, S. 27, Nr. 3 zu Formel (21) in der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten und Kapitel 14, S. 44, Formel (32).

<u>Zur rechten Gleichungsseite:</u> Die Definitionsgleichung für $m*$ lautet gemäß (12) $m* = m_{es} + \dfrac{m_{es}}{z_H - 1}$. Hieraus ergibt sich $\boxed{\dfrac{m_{es} - m*}{m_{es}} = \dfrac{\varphi_{z=\infty}}{2}\alpha}$, d. h. $\dfrac{\varphi_{z=\infty}}{2}\alpha = 3{,}410791\cdot 10^{-3}$ ist die relative Abweichung der Zahlenwerte für m_{es} und $m*$ bezogen auf m_{es}.

<u>Zur linken Gleichungsseite:</u> Der Zusammenhang zwischen m_e und $m*$ wurde in Kapitel 21, Nr. 7, S. 65 im Rahmen der physikalisch begründeten Weiterentwicklung des Darwin-Terms zur Beschreibung der relativistischen Korrektur der Energieterme $\Delta R_{n,j}$ in der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten gefunden. Dort wurde festgestellt, dass die Verwendung der n. g. linken oder rechten Gleichungsseite für die Berechnung von $\Delta R_{n,j}$ für den Grundzustand des Wasserstoffatoms mit $n=1$ und $j=1/2$ mit $\Delta R_{n,j} = 146{,}091.517\cdot m^{-1}$ den gleichen Wert liefert (s. dort). Daher gilt:

$$(13)\qquad \boxed{\left(\frac{z_e}{z_e-1} + N**\right)\cdot m_{ve}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{2}{\varphi_{z=\infty}}\cdot v_B\right)^2 \overset{!}{=} \left(\overbrace{\frac{z_H}{z_H-1}}^{=m*/m_{es}} + N** = 0\right)\cdot m_{ve}\cdot\frac{1}{2}\cdot\left(\frac{2}{\varphi_{z=\infty}}\cdot v_B\right)^2\cdot\frac{1}{\left(1+\frac{2}{3}\alpha^2\right)}}.$$

Kürzen liefert $\left(\dfrac{z_e}{z_e-1} + N**\right) = \left(\dfrac{z_H}{z_H-1}\right)\cdot\left(1-\dfrac{2}{3}\alpha^2\right)$ mit $N** = N/m_{es}$ (s. u.). Umformen ergibt $\left(1+\dfrac{1}{z_e-1}+\dfrac{N}{m_{es}}\right) = \left(1+\dfrac{1}{z_H-1}\right)\cdot\left(1-\dfrac{2}{3}\alpha^2\right)$, was nach Multiplikation mit m_{es} zu $\left(m_{es}+\dfrac{m_{es}}{z_e-1}+N\right) = \left(m_{es}+\dfrac{m_{es}}{z_H-1}\right)\cdot\left(1-\dfrac{2}{3}\alpha^2\right)$ also zu $\boxed{m_e = m*\cdot\left(1-\dfrac{2}{3}\alpha^2\right)}$ führt.

Umordnen liefert den Term $\boxed{\dfrac{m*-m_e}{m*} = \dfrac{2}{3}\alpha^2 - 2{,}76\cdot 10^{-4}}$ (Wert etwas zu niedrig).

Demnach ist $2/3\cdot\alpha^2 = 3{,}5500903\cdot 10^{-5}$ ebenfalls eine relative Abweichung, hier der Zahlenwerte für $m*$ und m_e bezogen auf $m*$. Dieses Ergebnis ist kein Zufall sondern als Beleg für die Korrektheit der aus <u>physikalischer(!)</u> Sicht gebotenen Modifikation zur Weiterentwicklung des Darwin-Terms anzusehen.

Diese Feststellung gilt auch für die in Kapitel 21, Nr. 2 vorgenommene theoretische Bestimmung des Landé-Faktors (s. eckige Klammer in der ersten Formel auf S. 55).

Dort ist $-\frac{2}{3}\alpha = \frac{3}{2} \cdot \frac{N \cdot (1-\alpha^2)}{m_{ve}} \cdot \frac{m_{es}}{m_{ps}}$ und es lässt sich der v. g. Term nach Erweitern mit α über $-\frac{2}{3}\alpha \cdot \alpha = \alpha \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{N \cdot (1-\alpha^2)}{m_{ve}} \cdot \frac{\varphi\alpha}{4\pi}$ herleiten. Einsetzen des Einflusses des Anti-Elektron-Neutrinos von $\boxed{N \cdot (1-\alpha^2) = \frac{4\pi}{\varphi} \cdot \frac{4}{9} \cdot \frac{-m_{ve} \cdot m_{es}}{x \cdot -m_{ve} + m_{es}}}$ wobei $x = \frac{4\pi}{\varphi} \cdot \frac{4}{9}$ ist, führt zwar bei vereinfachter Rechnung mit $x=0$ direkt zum Term $2/3 \cdot \alpha^2$, liefert aber - trotz der Berechnung von m_e mit $x=0$ - mit $-2{,}91 \cdot 10^{-4}$, für $(m^* - m_e)/m^*$ bereits eine gute Genauigkeit, so dass es nahegelegt ist zu versuchen, ob m_e innerhalb der Codata-Messtoleranz so variiert werden kann, dass die Gleichung exakt erfüllt ist. Dies wäre dann ein Beleg dafür, dass der Term m_{es}/m_e in sich konsistent ist und die statische Elektronmasse m_{es} als die Grundlage zur Beschreibung der inneren Struktur des Elektrons bestätigt ist.

Ausgangspunkt für die Variation von m_e ist, dass gemäß Kapitel 8, s. Seite 25, Gl. (19) der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten die Elektronruhemasse sich aus folgenden Eigenbestandteilen zusammensetzt: $\boxed{m_e = m_{es} + \frac{m_{es}}{z_e - 1} + N}$ gilt, wobei $N < 0$ ist. Dabei ist z_e die Anzahl der λ–dicken Kugelschalen, die den Innenraum des ruhenden Elektrons bilden (s. Kapitel 8, 4. Punkt der Erläuterung zu Formel (19) auf Seite 25). Aufgrund seiner Eigenmächtigkeit bestimmt das ruhende Elektron aus sich selbst seine eigene Ausdehnung. Mit sehr guter Näherung kann zum Abbilden dieser Eigenschaft folgende Iterationsrechnung angesetzt werden (s. dort).

Es ist: $\boxed{\varphi_{z=1 bis 294} + \Delta\varphi_{z=294 bis 295} \cdot x = \frac{2}{294+x} \cdot \frac{1}{\alpha}}$ wobei sich über $\boxed{\varphi_z = \sum_1^z \left(n + \frac{1}{2}\right)^{-2}}$ für $\varphi_{z=1 bis 294} = 0{,}931412373282$ und für $\Delta\varphi_{z=294 bis 295} = 1{,}145209731 \cdot 10^{-5}$ ergibt. Die Gleichung ist erfüllt bei $x = 0{,}253278829$, was zu $\boxed{z_e = 294{,}253278829}$ und zu $\boxed{\varphi_{z_e} = 0{,}931415273856}$ führt. Im Wasserstoffatom gilt $n = \infty$ was zu $\boxed{\varphi_{z_H} = \pi^2/2 - 4}$ bzw. zu $\boxed{\varphi_{z_H} = 0{,}934802200545}$ und zu $\boxed{z_H = 293{,}187155661255}$ führt.

Damit ist z_e eine wichtige Größe in obiger Strukturformel zur Bestimmung der Elektronruhemasse m_e. Mit diesem z_e liefert der obige Term einen Wert, der zu $2/3 \cdot \alpha^2$ eine relative Abweichung von nur $-2{,}9 \cdot 10^{-4}$ aufweist.

Die Variation von m_e führt zu folgendem Ergebnis: z_e erfüllt dann exakt die Gleichung, wenn das iterativ ermittelte x marginal um den Faktor $1{,}003338180$ erhöht wird. Dies führt dann für m_e zu einer relativen Abweichung der berechneten Elektronmasse m_e vom Codata-Wert für m_e von $-1{,}03 \cdot 10^{-8}$, die aber immer noch innerhalb der Codata-Messtoleranz von $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$ liegt.

Fazit: Damit bleibt die Strukturformel für m_e gemäß Kapitel 8, s. Seite 25, Gl. (19) in der Ausarbeitung der Rydberg-Konstanten annehmbar und somit auch der Term für m_{es}/m_e. Es liefert also die Strukturformel (14) der Elektronmasse m_e ein wahres Abbild der physikalischen Realität und damit auch das in m_e enthaltene Strukturelement z_e, das sich über φ_{z_e} definiert. Gleichwohl liefert der v. g. Term den Ausdruck $\boxed{N+m*\cdot 2/3\cdot\alpha^2=\Delta m}$, der durch seine einfache Struktur überzeugt. Die n. g. linke Gleichungsseite zeigt die innere Struktur des Elektrons und ist wertmäßig identisch mit der rechten Gleichungsseite. Es gilt also

$$m_{es}+\frac{m_{es}}{z_e-1}+N=m_e\overset{!}{=}m_{es}+\frac{m_{es}}{z_H-1}-\left(m_{es}+\frac{m_{es}}{z_H-1}\right)\cdot\frac{2}{3}\alpha^2 \text{ bzw.}$$

bzw. $N+\left(m_{es}+\frac{m_{es}}{z_H-1}\right)\cdot\frac{2}{3}\alpha^2=\underbrace{\frac{m_{es}}{z_H-1}-\frac{m_{es}}{z_e-1}}_{=\Delta m}$ also $N+m*\cdot\frac{2}{3}\alpha^2=\Delta m$ qed.

Alle Strukturelemente sind bekannt; Erläuterungen zu $\boxed{\Delta m}$, s. Kapitel 9, Seite 28, Anmerkung Nr. 5 zur Formel (21) in der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten.

Die Formel $\boxed{\frac{N}{m_{es}}+\left(1+\frac{1}{z_H-1}\right)\cdot\frac{2}{3}\alpha^2-\frac{1}{z_H-1}=-\frac{1}{z_e-1}}$ liefert also mit $\boxed{z_H=\frac{2}{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}}$ den exakten Zahlenwert für z_e, der sich mit v. g. <u>marginalen</u> Modifikation auch mit dem auf Basis der Summenformel für φ_z durchgeführten Iterationsverfahren ergibt.

IV Rückblick auf frühere Ausarbeitungen

Der Term $f_e=m_e/m_{es}$

Die Suche nach einer physikalischen Entsprechung für diesen Term begann in 2009. So taucht der Term $\boxed{\frac{m_e}{m_{es}}=f_e=1+\frac{\varphi\cdot\alpha}{2}\cdot f}$ erstmalig in der Ausarbeitung „Elementare Strukturen mit Ergänzungen“ vom 26.04.2009 auf, wobei dort stets $\varphi=\varphi_{z=\infty}$ ist, s. dort z. B. Formel (9) für die Ruhemasse des Elektrons m_e und s. dort, Kapitel 7, ab Seite 7). Dort ist in Formel (11) für das Proton-Elektron-Massenverhältnis m_p/m_e der Ausdruck genannt: $\frac{m_p}{m_e}=\left(2\pi\cdot\frac{2}{\varphi\alpha}\right)\cdot\left(1+\frac{2}{9}\cdot\frac{1}{2\pi}\cdot\frac{\varphi\alpha}{2}\right)\cdot\left(\frac{1}{1+\frac{\varphi\alpha}{2}\cdot f}\right)$, was zu

$\frac{m_p}{m_e}=\left[\frac{1}{1+\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{2}\cdot f}\right]\cdot\left(\frac{4\pi}{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}+\frac{2}{9}\right)$ führt. Der Vergleich mit dem o. g. - sozusagen heutigen Stand der Erkenntnis - zeigt, dass $\frac{1}{1+\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{2}\cdot f_{heute}}=\frac{1-\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{2}}{1-\frac{2}{3}\alpha^2}$ ist.

Hieraus ergibt sich $f_e = 1 + \frac{f_{heute}}{z_H} = \frac{1 - \frac{2}{3}\alpha^2}{1 - \frac{1}{z_H}}$ bzw. $f_{heute} = \left[\left(1 - \frac{2}{3}\alpha^2\right) \cdot \frac{z_H}{z_H - 1} - 1\right] \cdot z_H$.

Somit ist $\boxed{f_e = 1 + \frac{f_{heute}}{z_H} = \frac{m^*}{m_{es}} \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\alpha^2\right)}$ mit $\boxed{f_{heute} = \frac{m^*}{m_{es}} \cdot \left(1 - \frac{2}{3}\alpha^2 \cdot z_H\right)}$.

Damit können die Strukturen für das frühere f_e bzw. $f_{früher}$ mit den heutigen Strukturen verglichen werden. Seinerzeit war für $f_{früher}$ der Term $-\frac{2}{3}\alpha^2 \cdot z_H$ nicht bekannt. Stattdessen wurde in der Ausarbeitung „Die Elektron-Magnetfeldmasse" vom 25.10.2009, s. dort z. B. das Titelbild, mit dem hochpräzisen Term $f_{früher} = \frac{1}{1 - \frac{\varphi\alpha}{2}} - \frac{8}{3} \cdot \left(\frac{\varphi\alpha}{2}\right) \cdot \underbrace{\left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9}\right)}_{davor: \left(\frac{1}{\varphi^2} + \frac{\varphi\alpha}{2}\right)}$ bzw. $f_{früher} = \frac{1}{1 - \frac{1}{z_H}} - \frac{8}{3} \cdot \left(\frac{\varphi\alpha}{2}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9}\right)$ bzw. $f_{früher} = \frac{z_H}{z_H - 1} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{z_H} \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9}\right)$ bzw. $f_{früher} = 1 + \frac{1}{z_H - 1} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{z_H} \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9}\right)$ bzw. $f_{früher} = \frac{m^*}{m_{es}} - \frac{8}{3} \cdot \frac{1}{z_H} \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9}\right)$, wobei auch hier $\varphi = \varphi_{z=\infty}$ ist. Wie zu sehen, beinhaltet diese seinerzeitige Strukturformel bereits das Massenverhältnis m^*/m_{es}.

Die für $f_{früher}$ gefundene Feinkorrektur $-\frac{8}{3} \cdot \left(\frac{1}{z_H}\right) \cdot \left(1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{2}{9}\right) = -0{,}010.442.914$ hat sich unter Beibehaltung der praktisch gleichen Genauigkeit strukturell weiterentwickelt und zwar zur <u>physikalischen</u> Feinkorrektur $-\overbrace{\left(1 + \frac{1}{z_H - 1}\right)}^{= m^*/m_{es}} \cdot \frac{2}{3}\alpha^2 \cdot z_H = -0{,}010.444.031$.

Die relative Abweichung des seinerzeitigen Zahlenwertes vom heutigen beträgt zwar $1{,}07 \cdot 10^{-4}$, lieferte jedoch für m_e einen Wert, der seinerzeit mit $-3{,}78 \cdot 10^{-12}$ noch weit innerhalb der Codata-Messtoleranz für m_e von $\pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$ lag.

Nur mit der aus dieser Vorarbeit hergeleiteten Struktur für die Elektronmasse, die mit $-3{,}78 \cdot 10^{-12}$ eine an sich übertriebene Präzision lieferte, war es sodann möglich - unter Verzicht auf Scheingenauigkeiten aber stets im Rahmen der zulässigen Codata-Messgenauigkeit bleibend - sich der „wahren" **inneren Struktur des Elektrons** sukzessive anzunähern (s. Kapitel 8, s. Seite 25, Gl. (15) der Ausarbeitung zur Rydberg-Konstanten). Diese strukturelle Weiterentwicklung beinhaltet die Einführung des Strukturelements z_e als Raumschalen-Zähler für den Innenraum des <u>ruhenden</u> Elektrons, der sich vom Raumschalen-Zähler z_H des im H-Atom <u>bewegten</u> Elektrons, vgl. (12), um rd. eine Elementarlänge entsprechend $z_H - z_e \cong 1\lambda$ unterscheidet und beinhaltet die darauf aufsetzende Weiterentwicklung der Struktur für den Einfluss der Masse des Anti-Elektron-Neutrinos N.

Früher war $\boxed{\left(\overbrace{\frac{m_e}{m_{es}}}^{=f_e}-1\right)\cdot z_H = f_{früher} = \underbrace{\frac{z_H}{z_H-1}}_{=1,003.422.464} \underbrace{-\frac{1}{z_H}\cdot\frac{8}{3}\cdot\left(1+\frac{2}{3}\cdot\frac{2}{9}\right)}_{=0,010.442.914} = 0,992.979.550}$.

Heute ist $\boxed{\left(\overbrace{\frac{m_e}{m_{es}}}^{=f_e}-1\right)\cdot z_H = f_{heute} = \underbrace{\frac{z_H}{z_e-1}}_{=0,999.771.636} + \underbrace{\frac{\overbrace{N}^{wg.\ Anti-Elektron-Neutrino\ ist\ N\ negativ}}{m_{es}/z_H}}_{=-0,006.793.203} = 0,992.978.433}$

bzw. in adäquater aber anderer Schreibweise $\boxed{f_{heute} = \frac{z_H}{z_H-1}\cdot\left(1-\frac{2}{3}\alpha^2\cdot z_H\right)}$.

Wie zu sehen ist zwar der Zahlenwert aus $f_{früher}$ fast unverändert erhalten, jedoch resultiert der heutige Zahlenwert für f_{heute} aus einem vollständig physikalisch definierten Term. Es bilden also die heutigen Strukturformeln für die Faktoren f_e bzw. f die physikalische Realität exakt ab und sind daher als eine Verstärkung des „Philberth-Modells“ anzusehen.

Damit ist die Suche nach der physikalischen Struktur des Faktors f, die vor fast zehn Jahren aufgenommen wurde beendet. Die korrekte Struktur ist gefunden.

V Zwei Beispiele für phänomenologische Transparenz

Der Bohr'sche Radius $\pm 4{,}6\cdot 10^{-10}$

Für a_0 besteht keine Abhängigkeit von e und h, wie man vielleicht aufgrund des seit Nils Bohr bekannten Ausdrucks $\boxed{a_0 = \frac{h^2\cdot\varepsilon_0}{\pi\cdot m_e\cdot e^2}}$ meinen könnte, denn es kürzen sich nach Einsetzen von e aus (3) und h aus (8) diese beide Größen heraus und nach Einsetzen von m_e aus (12) ergibt sich eine Strukturformel mit Bezug auf die dimensionsgebende Elementarlänge λ:

(14) $$\boxed{a_0 = \lambda\cdot\frac{2}{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha^2}\cdot\left[\frac{1-\frac{\varphi_{z=\infty}\cdot\alpha}{2}}{1-\frac{2}{3}\alpha^2}\right] = 0,529.177.216.04(25)\cdot 10^{-10}\cdot m}.$$

Da angenommen werden kann, dass der Wert für λ exakt ist, haftet dem Term für a_0 nur noch die durch die Werte-Multiplikation $\alpha\cdot\alpha$ verursachte relative Abweichung von α an also von $2\cdot\pm 2{,}3\cdot 10^{-10}$. Codata nennt: $\boxed{a_0 = 0,529.177.210.67(12)\cdot 10^{-10}\cdot m}$.

Die relative Abweichung vom $\pm 2{,}3\cdot 10^{-10}$ genauen Codata-Wert beträgt $+1{,}0\cdot 10^{-8}$. Es besteht also auch hier eine kleine Diskrepanz. Wie aber die gute Übereinstimmung der Elektron-Gesamtmasse, vgl. (12) und des Proton-Elektron-Massenverhältnis, vgl. (12), mit der jeweiligen Codata-Angabe zeigt, kann diese Diskrepanz jedenfalls nicht durch den Term $1-2/3\cdot\alpha^2$ verursacht sein. Die Diskrepanz kann beseitigt werden, wenn innerhalb(!) der heutigen(!) Codata-Messungenauigkeit ein genauerer Wert für die Elektronmasse m_e bestimmt wird.

Die Rydberg-Konstante $\pm 6{,}0 \cdot 10^{-10}$

Mit h aus (4), m_e und $m*$ aus (13) sowie m_{es} aus (9) kann die allgemein bekannte Formel $\boxed{R_{\infty Theorie\_pur} = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_e \cdot (\alpha c)^2}{h \cdot c}}$ in direkten Bezug zur dimensionsgebenden Elementarlänge λ umgeformt werden. Es ergibt sich

(15) $$\boxed{\frac{1}{R_{\infty Theorie\_pur}} = \lambda \cdot \frac{8\pi}{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha^3} \cdot \left[\frac{1 - \frac{\varphi_{z=\infty} \cdot \alpha}{2}}{1 - \frac{2}{3}\alpha^2} \right] == 10.973.731{,}568.457.1(66) \cdot 10^6 \cdot m^{-1}}.$$

Hieraus ergibt sich über (13) der allgemein bekannte Term $\boxed{a_0 = \frac{\alpha}{4\pi} \cdot \frac{1}{R_{\infty Theorie\_pur}}}$.

Die relative Abweichung ergibt sich für m_e aus $m_{es}: \pm 1{,}22 \cdot 10^{-8}$ und aus $h: - \pm 1{,}2 \cdot 10^{-8}$ also aus $m_e / h := \pm 1{,}22 \cdot 10^{-8} - \pm 1{,}2 \cdot 10^{-8} = \pm 2{,}0 \cdot 10^{-10}$ sowie aus $\alpha^2 : \pm 2 \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-10}$ also insgesamt $\pm 2{,}0 \cdot 10^{-10} + 2 \cdot 2{,}0 \cdot 10^{-10}$.

Codata nennt: $\boxed{R_{\infty Theorie\_pur} = 10.973.731{,}568.510(65) \cdot 10^6 \cdot m^{-1}}$ mit einer relativen Abweichung von $\pm 5{,}9 \cdot 10^{-12}$.

Die relative Abweichung vom Codata-Wert beträgt demnach $-1{,}0 \cdot 10^{-8}$. Es besteht also auch hier eine kleine Diskrepanz. Wie aber die gute Übereinstimmung des Wertes aus der Strukturformel für das Proton-Elektron-Massenverhältnis mit der Codata-Angabe zeigt, kann diese Diskrepanz auch hier nicht durch den Term $1 - 2/3 \cdot \alpha^2$ in der Strukturformel für m_e verursacht sein. Die Diskrepanz kann beseitigt werden, wenn innerhalb(!) der heutigen(!) Codata-Messungenauigkeit ein genauerer Wert für die Elektronmasse m_e bestimmt wird.