

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Weisskopf

Datum: 02.10.1934

Stichworte: Glückwünsche zur Hochzeit, Divergenz der Selbstenergie von Lichtquanten und Elektronen

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-078r

Meyenn-Nummer: 383

Veröffentlichung mit freundlicher Genehmigung der Familie Heisenberg und des Pauli-Archivs in Genf.

Copyright (c) Heisenberg-Gesellschaft e. V., München, VR 204617, 2016

Reproduktion (auch auszugsweise) nur mit Erlaubnis der Rechteinhaber.

Heisenbergbrief vom 2. X. 1934. (an Weisskopf.)

Dass sich formal der Selbstenergieausdruck erweitern lässt, dass die Erweiterung nur auf dem Lichtkegel singular ist, glaube ich Ihnen, Ihre Formeln sind völlig richtig.

Ich glaube aber, dass sich ~~ihre Formeln~~ diese Erweiterung nicht in einer halbwegs konsequenten Weise in den bisherigen Formalismus einordnen lässt. Das Rechenschema der Subtraktionsphysik muss doch so lauten: In der n-ten Näherung des Störungsverfahrens bestimmt man die Matrix $S_{rs}^{(n)}$ indem man die Gleichung

$$(1) S^{(n)} H^{(0)} - H^{(0)} S^{(n)} + F^{(n)}(S^{(n-1)}, H^{(0)}, H^{(1)}, \dots, H^{(n)}) = 0$$

zuerst zum $\lim x=0$ (d.h. $P \rightarrow P''$) übergeht und dann die Matrixelemente von $S^{(n)}$ ausrechnet. Dies scheint mir konsequent, weil einerseits in Gl (1) die Matrizen $H^{(0)}, H^{(1)}, \dots$ nur linear vorkommen und weil andererseits $S^{(n)}$ nur für $x=0$ einen vernünftigen Sinn hat. Berechnet man z.B. $W^{(2)}$ so enthält es Ausdrücke von der Form $S^{(1)} H^{(1)}$ und $S^{(1)} H^{(0)} S^{(1)} - S^{(1)} S^{(1)} H^{(0)}$ im $\lim x=0$ sind beide Ausdrücke gleich, aber nur im \lim ! Der erste hat für $x \neq 0$ die von Ihnen geforderte Eigenschaft und bleibt für $x \neq 0$ im allgemeinen endlich. Beim zweiten ist dies anders: Man kann ihn zerlegen in zwei Teile:

$$\begin{aligned} S_{rs}^{(1)} S_{sr}^{(1)} (H_r^0 - H_s^0) &= S_{rs}^{(1)} S_{sr}^{(1)} (F_r^0 - E_s^0 + h\nu) \\ &= S_{rs}^{(1)} S_{sr}^{(1)} (E_r^0 - F_s^0) + S_{rs}^{(1)} S_{sr}^{(1)} h\nu \end{aligned}$$

Der zweite hat wieder die von Ihnen gewünschte Eigenschaft, vor dem Grenzübergang $x \rightarrow 0$ in $H^{(0)}$ endlich zu bleiben. Der erste ist jedoch schon vor dem Grenzübergang unendlich und der Grenzübergang ist hierüberhaupt ohne Einfluss, da in dem Materieteil der Hamiltonfunktion x in ganz anderer Weise eingeht, als in $E^0 + F^0$. Natürlich könnte man einwenden, dass dieses spezielle Schema, bei dem man die $S^{(n)}$ jeweils nur für $x=0$ definiert, nicht das einzig mögliche sei. Mir ist es aber nicht gelungen ein anderes konsequentes Schema zu finden.

Das neue Resultat Ihrer Selbstenergierechnung ist mir äusserst befriedigend, insbesondere auch deshalb, weil jetzt die S.energie der Lichtquanten und der Elektronen in gleicher Weise divergiert. Auch ist die logarithmische Divergenz eine gute Basis für die Vermutung, dass solche Resultate, wie Streuung von Licht an Licht etc. aus der jetzigen Theorie schon richtig herauskommen müssen.

Leipzig 2.10. NACHLASS
PROF. W. PAULI

0017,078

Lieber Herrschoff!

Zunächst die herzlichsten Glückwünsche zu Ihrer Hochzeit!

Dann aber will ich versuchen, Ihren Brief zu beantworten.

Dass sich formel der Selbstenergie ausdrückt so erweitern
kann, dass die Erweiterung nur auf dem Lichtkegel singular
wird, glaube ich Ihnen ~~schon~~, Ihre Formeln sind völlig richtig.

Ich glaube aber, dass sich diese Erweiterung nicht in einer
halbwegs konsequenten ^(in dem bisherigen Formalismus einordnen) Weise ~~darstellen~~ lässt. Das Rechenschema der
Subtraktionsphysik muss doch so lauten: In der n -ten
Näherung des Störungsverfahrens bestimmt man \mathcal{H} die
Matrix $\mathcal{P}_{rs}^{(n)}$, indem man in der Gleichung

$$(1) \quad \mathcal{P}^{(n)} \mathcal{H}^0 - \mathcal{H}^0 \mathcal{P}^{(n)} + \mathcal{F}^{(n)}(\mathcal{P}^{(n-1)}, \mathcal{H}^0, \mathcal{H}^1 \dots \mathcal{H}^{(n)}) = 0$$

zuerst zum Limes $x \rightarrow 0$ (d. h. $\mathcal{P}' = \mathcal{P}''$) übergeht und dann
 $\mathcal{H}^{(1)}$ die Matrixelemente von $\mathcal{P}^{(n)}$ ausrechnet. Dies scheint
mir konsequent, weil einerseits in Gl (1) die bekannten
 $\mathcal{H}^0, \mathcal{H}^{(1)} \dots$ nur linear vorkommen u. weil ^{andererseits} $\mathcal{P}^{(n)}$ nur
für $x \rightarrow 0$ einen vernünftigen Limes hat. Berechnet
man nun z. B. $\mathcal{H}^{(2)}$, so wird enthält $\mathcal{H}^{(2)}$ Ausdrücke

der Form $\mathcal{H}^{(1)} \mathcal{P}^{(1)}$ und $\mathcal{H} \mathcal{P}^{(1)} \mathcal{H}^0 \mathcal{P}^{(1)} - \mathcal{P}^{(1)} \mathcal{P}^{(1)} \mathcal{H}^0$.

Der erste dieser beiden Ausdrücke im Limes $x \rightarrow 0$ sind beide Ausdrücke gleich. (und nur im Limes $x=0$!) Der erste hat für $x \neq 0$ die von Ihnen geforderten Eigenschaften und bleibt für $x \neq 0$ im allg. endlich. Beim zweiten ist dies anders: den kann man zerlegen in zwei Teile:

$$\begin{aligned} \mathcal{P}_{rs}^{(1)} \mathcal{P}_{sr}^{(1)} \cdot (\mathcal{H}_n^0 - \mathcal{H}_s^0) &= \mathcal{P}_{rs}^{(1)} \mathcal{P}_{sr}^{(1)} (E_n^0 - E_s^0 + h\nu) \\ &= \mathcal{P}_{rs}^{(1)} \mathcal{P}_{sr}^{(1)} \cdot (E_n^0 - E_s^0) + \mathcal{P}_{rs}^{(1)} \mathcal{P}_{sr}^{(1)} \cdot h\nu \end{aligned}$$

Der zweite hat wieder die von Ihnen gewünschte Eigenschaft, vor dem Grenzübergang $x \rightarrow 0$ in $\mathcal{H}^{(0)}$ endlich zu bleiben. Der erste jedoch ist schon vor dem Grenzübergang unendlich, und der Grenzübergang ist hier überhaupt ohne Einfluss, da in dem Materieteil der Hamiltonfunktion x in ganz anderer Weise eingeht, als in $\mathcal{F} + \mathcal{G}$. Natürlich könnte man einwenden, dass dieses operative Schema, bei dem man die $\mathcal{P}^{(1)}$ jeweils nur für $x=0$ definiert, nicht das einzig mögliche sei. Hier ist es aber nicht gelungen, ein anderes konsequentes Schema zu finden.

Das neue Resultat Ihrer Selbstenergieberechnung ist mir äußerst befriedigend, insbesondere auch deshalb, weil jetzt

die f. Energ. der Lichtquanten u. die der Elektronen in gleicher
Weise divergiert. Auch ist die mit noch logarithmische
Divergenz eine gute Basis für die Vermutung, dass solche
Resultate, wie Streuung von Licht an Licht etc. ^(an der jetzigen Theorie) schon richtig
herauskommen müssen. -

In Kopenhagen wurde fest ausschließlich über Kernphysik
gesprochen - mit insofern erfreulichen Resultaten. Ich werde
nächstens an Pauli schreiben. Binstweilen grüßen Sie
Pauli bitte von mir u. seien Sie selbst herzlich
grüßend von

M. V. Heisenberg.