

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 25.02.1958

Stichworte: Diskussion der Konjugationsoperation, Wellengleichung für Spinor Ψ

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-182r

Meyenn-Nummer: 2889

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.

Göttingen 25. 2. 58.

PLC 0017, 182 r

Erhalten (3. 11. 58)
beantwortet

Lieber Pauli!

NACHLASS 1/251
PROF. W. PAULI

Dein^{er} beiden Briefe zum 2. Jahrestag meines Abgangs
habe ich bekommen. Bevor ich die kritischen Stellen um-
schreibe, will ich gewissermaßen als Vorübung die den-
t¹-Formalismus in diesem Brief genauer schildern.

Seine Einwände sind zum Teil berechtigt. Die
Schwierigkeit für mich war nur, dass man dann,
wenn man alles mit ψ u. ψ^+ allein ausdrückt
(was wahrscheinlich möglich ist) den Abschnitt 4
u. die Quantenzahlentabelle radikal verändern muss,
was ich nicht gut finde. Wenn man nur ψ , ψ^+
verwendet, kann ja das Messungsglied der V. E. (22)
bei II nicht invariant sein, d.h. auch am Vakuum
muss mit $e^{i\alpha}$ transformiert werden. Das würde
aber bei der Interpretation von S. 16 bedeuten, dass
nur die Summe $I_3 + \frac{C}{2}$ bei starken V. V. erhalten
bleibe, es ist I_3 u. C_2 einzeln erhalten,
was ja nicht zutrifft. Natürlich kann man
durch eine Interpretation der Quantenzahlen wieder
alles in Ordnung bringen, aber das scheint mir unsinnig.
Meine Λ -Operation war jedenfalls so gemeint, dass

$\hat{\psi}$ eindeutig aus ψ folgt, aber nur in demselben
Sinn, in dem auch ψ^+ eindeutig aus ψ folgt. $\hat{\psi}$
soll ein Spinor sein wie ψ , und es soll aus der
Wellengleichung

$$\gamma_\nu \frac{\partial}{\partial x_\nu} \psi + c \gamma_\mu \gamma_5 \psi (\psi^+ \gamma_\mu \gamma_5 \psi) = 0$$

auch trivial

$$\gamma_\nu \frac{\partial}{\partial x_\nu} \hat{\psi} + c \gamma_\mu \gamma_5 \hat{\psi} (\hat{\psi}^+ \gamma_\mu \gamma_5 \hat{\psi}) = 0$$

folgen. $(\hat{A}\hat{B}) = \hat{A} \cdot \hat{B}$. Der Zusammenhang zwischen
 ψ und $\hat{\psi}$ soll aber, obwohl er eindeutig ist, erst
über den ganzen Hilbertraum definiert sein; nicht
etwa über die Indizes ($\hat{\psi}_1 = \psi_3$ oder dergl.).

Am einfachsten sieht es das, was ich meine, in
Gl. (22). Wenn man auf der rechten Seite die
Matrix $\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ in $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$ umformt, so steht
rechts das berückte Vorzeichen, das die für
unsere Theorie so charakteristische Verdopplung
erzeugt. Die $\hat{}$ -Operation soll man im Besonderen
das $+1$ in -1 verwandeln. Diese Operation ändert
an der Wellengleichung trivialerweise nichts und
man kann wohl auch unbedenklich annehmen,
dass alle für I u II invarianten Ausdrücke

auch für \sim -Konjugation invariant sind. Aber
der eindeutige Zusammenhang zwischen φ und $\bar{\varphi}$
geht doch erst über den ganzen Hilbertraum, so wie
bei φ und φ^+ .

Ganz allgemein möchte ich behaupten: jede „be-
dopp lung“ in unserer Theorie erzeugt die Möglichkeit
einer neuen Konjugationsoperation. Die \sim -Operation
scheint mir für die Definition der tiefsten Eigen-
werte u. Stellen z. B. ausreichend, und man kann
sie wieder auf viele verschiedene Weisen einführen.
Ich hätte eigentlich ausdrücklich den Wunsch, dies
noch nicht alles ganz festzulegen, bevor ich die
Rechnungen für Nullen u. Π -Werte völlig abge-
schlossen habe. Auch wird der Formalismus für spätere
Zwecke vielleicht wieder geändert werden müssen. —

Demnach, ich hätte nicht gesagt, wie
 $F(s)$, $g(s)$ u. s. v. zu bestimmen seien, muss ich
mit Einschränkung zurückweisen. Ich habe auf S. 15,
Abschnitt 2, und ^{S. 15}zusätzlich Seite 4 von unten, ausdrück-
lich gesagt, dass die S_F -funktion genau so zu
bestimmen ist (prinzipiell wenigstens!) wie alle
anderen T -funktionen, nämlich aus dem Integral z. B.,

die aus (33) entspringen. Der ganze Abschnitt 2e
des alten Diskus-Kontak-Bericht vor diesem Thema
gewidmet. Nicht gesagt habe ich allerdings, wie ich
es praktisch in der Tamm-Dancoffmethode machen
will (da machen wir beträchtlich ganz anders), von
dem Thema der Näherungsmethoden war ja ausdrücklich
ausgeklammert worden (siehe S. 16).

zur Eindeutigkeit von L ; die Relationen

$$\psi_{\alpha}^{\dagger}(x) \psi_{\beta}(x) = - \psi_{\beta}(x) \psi_{\alpha}^{\dagger}(x)$$

sowie in meiner Theorie immer per definitionem
festgesetzt worden: $S(0) = S_F(0) = 0$. Insbesondere
genügt unsere Gl. (34) $S_F(0) = 0$, weil ja dann
Real- u. Imaginärteil verschwinden müssen; ausserdem
benutzt man praktisch nur S_F . Ich sehe hier also
kein Problem mehr.

\mathcal{L}_0 hat mir Spass gemacht, aus diesem Brief
zu lernen, dass Schwinger das Spiegelwertproblem
ungefähr so aufgestellt hat wie ich ($\overline{\Xi}$ als gespiegelt
zu P). Diese Lösung scheint mir trivial richtig,
nur haben $\overline{\Xi}$ und P gar keine Ähnlichkeit mehr,

weil eben die Parität radikal verletzt ist und nur CP gilt. Die radikale Verletzung von P allein kommt nur bei den starken u. elektromagn. V. V. noch nicht zum Vorschein, weil alles gegen Vorzeichenänderung von \bar{Q} invariant ist. Erst die Neutrinos zeigen, dass C und P gekoppelt sind. -

Dieses hat mich noch darauf aufmerksam gemacht, dass unsere Erklärung für die Pseudoskalarität des π - Mesons z. Teil schon bei Fermi u. Yang (Phys. Rev. 76, S. 1740) ¹⁹⁴⁹ steht. Fermi u. Yang haben schon betont, dass ein Gebilde, das aus Teilchen + Antiteilchen besteht, dann, wenn die Bindung im S-Zustand erfolgt, pseudoskalar sein muss (siehe auch das Positronium). Bei uns kommt nun dazu, dass in der tiefsten Näherung die Kraft wegen einer S-Kraft ist (Graph: (\cdot)), also nur S-Bindung entstehen kann u. auch tatsächlich entsteht. In höheren Näherungen können Kräfte der Reichweite 10^{-13} cm ^(das ist bisher nicht gemessen) dazu kommen; aber eventuell dann mögliche p-Zustände ^(wenn es nie antieingefallen) liegen wohl nicht höher als der S-Zustand u. wären daher instabil.

So, nun genug für heute. Die Konfirmierung des S. 6 unseres Heftes bekommt Du in einigen Tagen.

Miles Gute!

Dein V. Kisenberg

P.S. Eben habe ich noch eine 2-stündige Konferenz mit meinen Expektanten des 1. Formationsjahres gehabt. Hauptthema bleibt es doch in dem Wesentlichen in einer Form, die Du in wenigen Tagen bekommst!