

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 21.12.1957

Stichworte: Eichgruppen für Isospin und Baryonenzahl (korrigiert nach Pauli)

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-1659r

Meyenn-Nummer: 2806

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 21. 12. 57.

Beantwortet 7. XII.

PLC 0077, 1659r

NACHLASS
PROF. W. PAULI 1/162

Lieber Pauli!

Vielen Dank für Deine beiden Briefe. Du hast mich jetzt von der Richtigkeit Deiner Forderung in der b -glied-freien Theorie völlig überzeugt.

Zu mir sind also einige Punkte:

$$\text{I. } \psi' = a \psi + b \gamma_5 \psi^c \quad \longleftrightarrow \tau_1, \tau_2, \tau_3$$

invar.

$$\psi' = e^{i\alpha} \psi \quad \longleftrightarrow \tau_3$$

$$\text{II. } \psi' = e^{i\alpha \gamma_5} \psi \quad \longleftrightarrow \text{Baryonenzahl.}$$

In den nächsten Tagen werde ich wegen Zeitmangels nicht viel zum Nachdenken kommen, erst nach dem Fest wieder. Ich will aber ein paar Gedanken zur Theorie mit b -glied (die viel schwieriger ist!) hier zur Diskussion stellen u. Deine Meinung dazu einholen.

1.) Es kommt überhaupt nicht auf die Invarianz von H oder der V. R. an, sondern allein auf die Invarianz der Eigenwerte von H und der Absolutquadrate der Matrixelemente von S $|S_{ik}|$. Bist Du hierin einig?

- 2.) Unter diesem Gesichtspunkt könnte die Transformation $\psi \rightarrow e^{i\alpha\gamma_5} \psi$ auch mit γ_5 -glied eine strenge Invariante darstellen, was mir wegen der strengen Gültigkeit der Baryonenerhaltung sehr wichtig scheint.
- 3.) Um den Gesichtspunkt 1.) richtig auszunutzen zu können, muss man wenigstens grundsätzlich ein Verfahren zur Berechnung des γ_5 -Betriebs ^{u. der Eigenwerte} haben. Gibt es da irgendwelches Besseres als die Tarantoloff-Methode? (Schwierigkeit: man braucht im Prinzip die Graphen unendlich hoher Ordnung, insbesondere bei der Elektrodynamik!).
- 4.) Die Transformation $\psi \rightarrow e^{i\alpha\gamma_5^0} \psi$ liegt viel näher bei $\psi \rightarrow e^{+i\alpha} \psi$ als bei $\psi \rightarrow e^{i\alpha\gamma_5} \psi$, da γ_5 eine Art herrenmache bewirkt, und 0 derselbe eigentlich nochmal tut. Daher könnte $e^{i\alpha\gamma_5^0}$ gut zur Ladung gehören. Der direkte Schluss aus der Arbeit von Ascoli u. mir auf den Ladungsoperator ist mir aber bisher noch nicht gelungen; es ist sehr schwierig, da hier die undefinierte Betrieb entscheidend eingeht. Ich will die Schwierigkeit kurz andeuten:

Schon beim Lee-Modell hat der Operator: "Summe der schweren Teilchen" ($\psi_V + \psi_N$) in den renormierten Feldoperatoren eine komplizierte (und keineswegs eindeutige) Form. Unrenormiert gilt natürlich einfach: $\psi = \psi_V + \psi_N = \psi_V^\dagger \psi_V + \psi_N^\dagger \psi_N$. Aber bei der Renormierung würde der Faktor des ersten Gliedes 0. Man muss stattdessen schreiben

$$\psi = \int \psi_{V_2}^\dagger(t) \psi_{V_2}(t') f(t-t') dt' + \int \psi_N^\dagger(t) \psi_N(t') g(t-t') dt'$$

und kann viele Funktionen $f(t-t')$ u. $g(t-t')$ finden, die ψ exakt darstellen. Zeitrenormierungen und eventuelle entsprechende Grenzwerte müssen man sich in unserer Theorie beim Ladungsoperator durchführen.

5.) Die Frage, welche Transformation in der Theorie mit b -Glieder einer Transformation in der Theorie ohne b -Glieder "entspricht", hat überhaupt keine eindeutige Antwort, da das b -Glieder ja sicher nicht kontinuierlich zu Null gehen kann. Bist du damit einverstanden?

6.) Dein Pessimismus hinsichtlich der Leptonen ist mir ganz unverständlich; ich bin vielmehr überzeugt, dass sie heraustrimmen. Denn: Wegen der exakten Invarianz für die Ladungstransformation kann man die

Eigenwertgleichung für die neutralen Spinorfelder
u. für die geladenen getrennt aufschreiben. Für
die neutralen Teilchen aber kann die Gleichung
aus Invarianzgründen nur lauten:

$$\gamma^\mu \gamma_\mu \cdot Q(\gamma^2) \psi = 0$$

Diese Gleichung hat immer neben den Lösungen
 $Q(\gamma^2) = 0$ auch noch die Lösung $\gamma^\mu \gamma_\mu \psi = 0$,
d. h. es gibt das Neutrino. Dieses Teilchen hat noch
nicht keinerlei Beschreibung, denn sonst hätte
es eine Ruhemasse. Beim Elektron liegen die Ver-
hältnisse etwas komplizierter. Aber die logarithmische
Singularität von Q bei $\gamma^2 = 0$ scheint mir auch
ziemlich sicher. Die Leptonen haben also wohl
die Baryonenzahl ± 1 ; ~~das~~ wird aber von den
Baryonen noch durch eine weitere Symmetrieeigen-
schaft getrennt. Oder hast du hier irgendwelche
Fragenpunkte?

Das ist also für den Augenblick alles. Ich erst
mir ~~bitte~~ während der Ferien an meine Privat-
adresse: Herkestr. 18. Ich bin auf deine weiteren
Fortschritte sehr gespannt.

Die und deiner Frau die herzlichsten Wünsche
zu Weihnachten! Auch meine Frau bist ich sehr
grüßen!

Dein V. Weisberg