

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 27.12.1957

Stichworte: Suche nach Vertauschungsrelationen für die Gruppen, die den Transformationen $e^{i\alpha}$ und $e^{i\alpha\gamma_5}$ entsprechen

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-166r

Meyenn-Nummer: 2810

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 27. 12. 57.

PLC 007, 166 r

Beantwortet 29. XII.

NACHLASS
PROF. W. PAULI

7/159

Lieber Pauli!

Habe vielen Dank für deinen ausführlichen und inhaltreichen Brief. Mit der Abänderung des V.R. bin ich grundsätzlich durchaus einverstanden, ebenso mit dem, was du auf S. VII über die Verteilung des Behaars und die zu e^{ix} u. e^{ixf_5} isomorphen Transformationen schreibst. Dagegen war ich mit der formalen Behandlung des Operators T_{α} bzw. χ auf S. V nicht ganz einverstanden. Mir scheint es unverständlich u. auch unnötig, einem Operator im ganzen Hilbertraum \mathcal{H} noch einen Spinindex zu geben. Ich würde also formel einfach definieren

$$T_{\alpha, \beta} = e^{i(\alpha N + \beta Q)}$$

und es der Mathematik von N und Q überlassen, die f_5 -Verteilung richtig zu machen.

Damit komme ich gleich zu einem Hauptproblem, dessen Lösung mir auch aus deinem Brief noch nicht völlig klar ist: Wir sind uns zwar einig darüber, dass es in der 'elektrischen' Theorie zwei kontinuierliche, vertauschbare Gruppen geben wird, die den Transformationen e^{ix} und e^{ixf_5} der 'unelektrischen' Theorie entsprechen; ferner darüber, dass eine Verteilung des

bekanntes vorgenommen werden muss durch die Operatoren O, V oder besser $1, \Sigma_k$, wobei $O = \Sigma_3$, $V = \Sigma_2$ gesetzt ist. Wir sind auch einig darüber, dass die V. R. so gewählt werden müssen, dass sie den beiden Gruppen genügen (sie kommen denn nicht mehr so gewählt werden, dass auch die anderen Transformationen des Doppels die V. R. ^{stetig} verändern lassen!). Aber wir sind uns noch nicht klar darüber, wie die Transformationen der beiden kontinuierlichen Gruppen nach Einführung der Operatoren Σ_k aussehen sollen. Es kommen dafür alle Ausdrücke der Form $e^{i\alpha}$, $e^{i\alpha \Sigma_k}$, $e^{i\beta \alpha}$, $e^{i\beta \alpha \Sigma_k}$ in Betracht u. man muss offenbar zwei vertauschbare Operationen auswählen. Diese Wahl mag eine gewisse Willkür enthalten, die auch für die Physik hinterher unwichtig ist. Aber sie ist sicher auch durch die V. R. stark eingeschränkt. Also meine Hauptfrage an Dich:

Welche zwei Operationen wählst Du aus wählen
 // und was sind die zugehörigen V. R.?

In dem letzten Punkt ist zu sagen: die
 traditionelle Form $S(p) = \int S(k) dk \left(\frac{h\nu + i\epsilon}{p^2 + k^2} - \dots \right)$

folgt ~~noch~~ nach Lehmann u. Geronzi aus der Forderung der Lorentz-invarianz u. der Paritäts-erhaltung, wobei stillschweigend vorausgesetzt wird, dass es nur ein einfaches Vakuum gäbe. (Ich glaube, es ist nicht sehr wichtig, hier zwischen Vakuum-erwartungswert der V.R. und dem V.R. selbst zu unterscheiden. Im letzteren Fall ist natürlich immer nur die infinitesimale Umgebung von $x-x'=0$ gemeint.) Beim Lehmann'schen Beweis wurde einfach die Existenz irgendwelcher Messen postuliert u. dann über alle Zwischenzustände in der V.R. in Lorentz-invarianten Basis summiert. Bei uns ändert sich dies wegen der Zweiteilung des Vakuums. Dein Änderungs-vorschlag der V.R. läuft wohl darauf hinaus, dass die Eigenfunktionen des Nukleons nicht aus den beiden Anteilen ψ_+ und ψ_- , sondern etwa aus ψ_+ und ψ_-^c zusammengesetzt werden müssen. Dagegen ist von vorn herein nichts zu sagen (ich glaube, Gieseck macht es auch so), aber man muss jetzt die Lehmann'sche Überlegung neu durchführen. Du scheinst hier noch neue Gesichtspunkte wegen der Kausalität zu haben (in deinem "lecture notes"), daher will ich zunächst mal

abzuerklären, wie die die die v. R. ~~aus~~ wirklich
denkt. Jedenfalls gibt uns die Feinteilung des
bekanntes genau die Freiheit, die wir in dieser
Stelle brauchen.

Und wenn die oben formulierte Hauptfrage beant-
wortet ist, kann man an die Behandlung der
'strong particles' und der Leptonen gehen. Als zweiten
Satz stelle ich mir ^{den} Beweis dafür vor, dass
man für die Darstellung eines Teilchens ~~mit~~
der Strenge ϵ zwei Wellenfunktionen mehr braucht
als bei $\epsilon = 0$, bei $\epsilon = 2$ vier Wellenfunktionen mehr
u. s. w., also mein altes Schema:

Nukleon	$\psi^* \Omega \rangle$	
Σ, Λ_0	$\psi \psi^* \psi^* \Omega \rangle$	
π	$\psi \psi^* \Omega \rangle$	
K	$\psi \psi^x \psi \psi^* \Omega \rangle$	
Ξ	$\psi \psi^* \psi^* \psi \psi^* \Omega \rangle$	u. s. w.

Dabei ist mir noch unklar, ob das oben
angeschriebene jeweils das niedrigste Glied der
Potenzreihe, oder nur das Hauptglied ist.
Dieser Beweis muss je aus den Eigenwerten
der unitären Transformationen dieser 2×2 -Matrizen

von Girssey folgen (dass diese Mathematiker vom
Tempel stammen, gleiche ich unbeschwerd; denn ich
habe die grössten Schwierigkeiten, nie meinem
Denkapparat eintrou verleben!). Aber das wird
schon alles so herauskommen. Die Leptonen machen
mit dem geackten Folgen.

Ich weiss ich im Augenblick nicht, da ich in
den Buchdrucklegen nichts gearbeitet habe. Über die
Philosophie zur Theorie möchte ich erst nachdenken, wenn
die Mathematik fixiert ist. Nur eine Bemerkung zum
+ Zeichen in der Lagrange-Funktion. Ich glaube, dass es
eine Berechtigung aus der Notwendigkeit erhält, die
'kleinste Länge' l , d. h. einen universellen Längenmass-
stab in die Theorie einführen. Man kann sagen: die
Konstante c sei notwendig, um x, y, z mit t in Ver-
bindung zu bringen; h sei notwendig, um p mit q
in Beziehung zu setzen. l ist notwendig, um den für
den zeitlichen Ablauf massgebenden Ausdruck $\psi^\dagger \nabla^2 \psi$
mit der Invariante $(\psi^\dagger (1-\gamma_5) \psi) (\psi^\dagger (1+\gamma_5) \psi)$ in
Verbindung zu bringen.

Da Du schreibst, dass Du am 17.1. verreist (ich
nehme an, nach Amerika), möchte ich noch ein paar
Zeilen über das Arbeitsprogramm schreiben: Ich nehme

an, dass wir diesmal doch wirklich eine Arbeit
gemeinsam publizieren werden (dabei habe ich einen
persönlichen Wunsch: dass die Arbeit in der *J.S.F.*
Naturf. erscheinen soll, da sie mir als eine Art
Schlussstein vorkommt zu einem Gebäude, an dem
ich doch fast fünf Jahre gearbeitet habe). Ich
möchte hoffen, dass wir bis zum 17.1. die Hauptpunkte,
nämlich Formulierung der beiden kontin. Gruppen u. der
zugehörigen *V.R.*, Struktur der streng vertikalen u.
der Leptonen klären können. Wir könnten das dann
gemeinsam publizieren. Dann könnten wir, wegen
der grossen Entfernung, eventuell zwei verschiedene
Teilprobleme angehen z.B. da, wie da überhaupt, die
Frage der schwachen Wechselwirkungen, und ob die
Berechnung der Messen à la Tamm - Dancoff. Aber
wir könnten auch weiter gemeinsam vorgehen, z.B.
auch gemeinsam eine englische Arbeit schreiben.
Wenn der Stoff dann ist mir nicht bange, also
schreibt mal, was da draussen denkt!

Beste vielen Grüssen

Hein V. Kuisenberg