

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 09.01.1957

Stichworte: Nichtlineare Wechselwirkung verhindert die Anregung von weiteren Dipolzuständen, da unendlich viel Energie nötig wäre

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-154r

Meyenn-Nummer: 2441

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.

57(1)
Göttingen 9. 1. 56.

- 1 -

PLC 0017, 154 r

NACHLASS 1/505
PROF. W. PAULI

Lieber Pauli!

Dein Brief (vom 7.1.) passt genau zu den Ergebnissen, die hier hier inzwischen ausgerechnet hatte, aber ich finde deine Darstellung noch klarer: Es gibt im Linear des Geistesdipols zwei Zustände, einen Nullvektor (in Zukunft „Nullzustand“ genannt) und einen dipolartigen Vektor (in Zukunft „Dipolzustand“ genannt), von denen mit der ersten ein Energieeigenzustand ist.

Um zu zeigen, dass der „Dipolzustand“ nicht angeregt werden kann, habe ich nur nicht das Källén'sche Problem behandelt, aber einmal nachgesehen, wie die S-Matrix für den Streuprozess

$$N + 2\theta \rightarrow \begin{cases} N + 2\theta \\ V_+ + \theta \\ V_- + \theta \end{cases} \quad (1)$$

ansieht und wie die Unitarität im Linear des Geistesdipols heraus kommt. Man muss da auf die Gl. (53) u. (54) besser Schritt zurückgreifen und erhält qualitativ folgendes: Ich nenne wieder $\chi(\omega)$ die für die Eigenwerte charakteristische Funktion ($\chi(\omega) = 0$ gibt die Eigenwerte) wobei

$$\chi(\omega) = \alpha + \beta \omega + g(\omega) \quad (2)$$

(Ich hoffe, die Bezeichnung stimmt mit der des früheren Abschn. überein). Durch Variation von α soll der Übergang vom P.-K.-Fall zum Dipol und zum Fall der beiden komplexen Eigenwerte vollzogen werden. Man erhält dann durch Elimination von $\Phi_2(\phi, k')$ aus seinen Gl. (53) u. (54) eine Gleichung, die ^{für den Grenzprozess (1)} qualitativ etwa so aussieht:

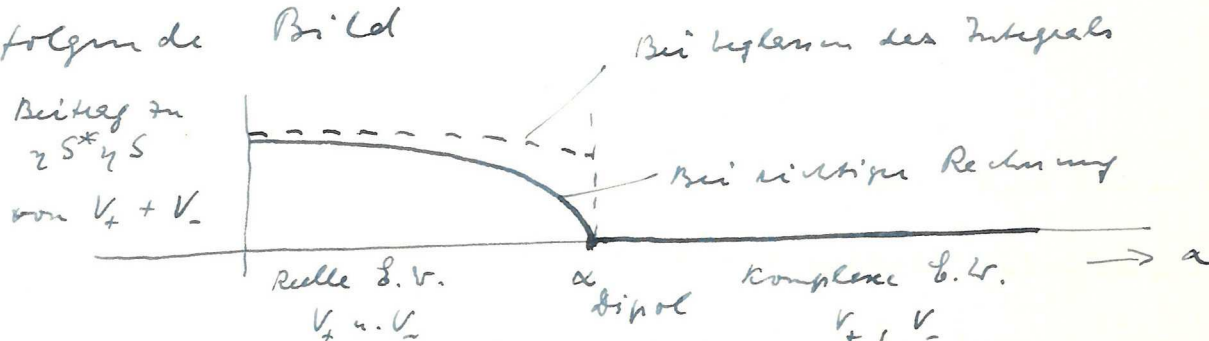
$$\Phi_1(k) g_0 \chi(\omega) = \int \Phi(k') f(\omega, \omega') dk' + \text{inhomog. Glied} \quad (3)$$

Berechnet man nun den von den beiden Zuständen V_+ u. V_- herrührenden Beitrag zu diesem Integral

$$\eta S^* \eta S$$

(der Beitrag von V_+ ist positiv, der von V_- negativ) sowie in Abhängigkeit von α , so ergibt sich qualitativ

das folgende Bild



Löst man zunächst das Integral rechts in (3) weg, so vernachlässigt also die durch die nichtlineare Wechselwirkung verursachte Rückkopplung, so bleibt auch

für $\alpha \rightarrow \alpha_{\text{Dipol}}$ ein Beitrag des Dipolzustands übrig,
 daher geht der gesamte Beitrag von $V_+ + V_-$ nicht
 gegen Null. Berücksichtigt man aber die Rückkopplung,
 so verschwindet der Beitrag des Dipolzustands und
 der Gesamtbeitrag von $V_+ + V_-$ verschwindet dann ebenfalls.
 (d. h. die S-Matrix der normalen Zustände wird unitär)

Man kann das auch etwas ungenauer so ausdrücken:
 Die Beschränkung hat zur Folge, dass zur Anregung des
 Dipolzustands unendliche Energien notwendig wären.

Damit scheint mir das von dir gesuchte mathematische
 (oder physikalische) Prinzip klar gestellt (aber noch nicht
 bewiesen!): Auch wenn man zu höheren Sektoren
 übergeht, kann man niemals eigentliche Geisterzustände
 erhalten, denn die nichtlineare Beschränkung verhindert,
 dass die Dipolzustände angeregt werden, weil zu ihrer
 Anregung unendlich viel Energie nötig wäre. Dann
 aber spielt sich das ganze beschreibungsgetriebene nur
 noch in einem Hilbertraum ab, der außer normalen
 Zuständen (mit positiver Norm) nur noch zu diesen
 und zu einander orthogonale Nullvektoren enthält.
 In einem solchen Hilbertraum aber gibt es keine Zustände
 mit negativer Norm, und die Nullzustände liefern
 keinen Beitrag zur Größe

$$\eta S^* \eta S,$$

d. h. wird die S-Matrix der normalen Zustände unitär.

Da nicht klar, wie hier mein letztes Argument
zum Tragen kommt: Dieselbe nichtlineare Wechselwirkung,
die dafür sorgt, dass die δ -Funktionen auf dem
Lichtkegel verschwinden, sorgt auch dafür, dass die
Übergänge in die Dipolzustände verschwinden. Ich kann
nicht behaupten, dass ich diesen Zusammenhang schon
völlig klar verstanden oder gar bewiesen hätte, aber ich
zweifle nicht mehr daran, dass es so ist.

Daraus folgt nicht, dass jede nichtlineare Theorie
so, d.h. mit den Gitterdipolen, quantisiert werden kann;
aber ich bin überzeugt, dass es beim Lee-Modell
und insbesondere bei meinem Modell der Fall ist.
Dazu ist ja nur eine hinreichend scharfe Nichtlinearität
notig. --

Zur weiteren Ausgestaltung mit der η -Betriebe
in meiner Theorie entwickelt, wenn ich noch nicht, da
die neue Tamm-Dancoff-Methode sich ja um diese
Frage in einer seltsamen Weise drücken kann. Aber es
wäre sehr wichtig, hier etwas mehr zu erfahren. Leider
sind meine eigenen Fähigkeiten in praktischer Mathematik
ja, wie du weißt, sehr beschränkt, ich hoffe also, dass
du (und besag. Kellin) hier helfen kannst.

Viele herzliche Grüße!

Dein V. Kramberg