Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg
an: Pauli
Datum: 27.03.1954
Stichworte: Einigkeit über Formalismus v. Z.Naturf. 9A (1954) 292, Heisenbergs konvergente Quantenwellentheorie vs. Renormierungstheorien
Ursprung: Pauli Archiv in Genf
Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-140r
Meyenn-Nummer: 1752

Göttingen 27.3.54. Merkelstr. 18

Lieber Pauli! Deinen Brief beantworte ich diesmal mit einiger Verzögerung, weil ich zuerst verreist u. dann für ein paar Tage krank war. Auch jetzt fällt es mir noch schwer, meine Gedanken ganz zusammenzuhalten. Aus Deinem Brief sehe ich, dass wir uns jetzt über den Inhalt des Formalismus im wesentlichen einig sind. Trotz dem begreiflichen Wunsche, von der Funktion $\chi_a(xx')$ ganz loszukommen, möchte ich aber betonen, dass $\chi_a(xx')$ zwar im endgültigen Formalismus praktisch unwichtig, jedoch zur qualitativen Orientierung über das Verhalten der V.R. unbedingt notwendig scheint. Die Überlegung mit dem $\chi_a(xx')$ zeigt, dass in einer konvergenten Qu. Wellenth. die Vertauschungsfunktion korrespondenzmässig einer Lösung der klass. Wellengleichung entspricht, bei der sich über eine ‚glatte' Lösung eine beliebig kleine, von einem Punkte ausgehende Störung überlagert. (Genauer: die V.R. entspricht der Störung). Daraus geht qualitativ zweierlei hervor: 1.) Die Nichtlinearität äussert sich in harmloser Weise darin, dass es sich (für die kleine Störung!) um eine lineare Wellengleichung mit veränderlichen Koeffizienten handelt [K(s)!]. 2.) Die Nichtlinearität spielt eine entscheidende und ‚gefährliche' Rolle am Wellenkopf (der nicht durch die lineare V.gl. beschrieben wird). Hier bewirkt sie, dass die Unstetigkeit im Wellenkopf keinen δ-Charakter hat, sondern eine integrable ~~Unstetigkeit~~ Unbestimmtheit wird.

Wenn man diese beiden qualitativen Ergebnisse in den Formalismus aufgenommen hat, braucht man $\chi_a(xx')$ nicht weiter. Denn dann hat man das Recht gewonnen, in SF die δ-Funktionen an der Stelle $s = 0$ wegzulassen, und kann das Verhalten von δ

(Zuflucht zum K.R. II!)

für $s \neq 0$ in der gewöhnlichen Weise durch Aufsummieren von $\langle 0|\psi(x)|Z\rangle\langle Z|\psi(x')|0\rangle$ über die Zustände des H. R. I allmählich (d.h. immer genauer, je höher die Näherung ist) ermitteln. (Zunächst nur das von S, daraus aber indirekt auch das von S_F). Für die Konvergenz des Verfahrens der Gl. (35)(36) bzw. (59)(60) wird es übrigens wahrscheinlich nicht darauf ankommen, ob die eingesetzte S_F-Funktion mit jeder höheren Näherung mitkorrigiert wird, oder ob man einfach die S_F-Funktion der ersten Näherung beibehält. Wenn man nur qualitativ das Verhalten bei $s = 0$ in Ordnung hat, wird das Endresultat (innerhalb gewisser Grenzen wahrscheinlich) nicht mehr vom Quantitativen abhängen; jedenfalls ist es beim harmonischen Oszillator so.

Deine Frage nach der Endlichkeit der Integrale $\int f(\mu)\,d\mu$, $\int \mu f(\mu)\,d\mu$ u.s.w. scheint mir identisch mit der Frage nach der Konvergenz des Verfahrens mit $N \to \infty$; denn in jeder endlichen Näherung ist $\int f(\mu)\,d\mu$ ja trivialerweise endlich. Da weiss ich die Antwort noch nicht, wie ich schon schrieb. Mir scheint die Endlichkeit von $\int f(\mu)\,d\mu$ u.s.w. und die Konvergenz für $N \to \infty$ aber wahrscheinlich eben wegen der Überlegung mit $\chi_a(xx')$. Jedenfalls bin ich fest von folgendem Satz überzeugt: Wenn es überhaupt eine <u>konvergente</u> Qu. Th. d. Wellen gibt, dann wird sie ungefähr so aussehen, wie ich sie beschrieben habe. Es ist aber natürlich denkbar, dass es grundsätzlich keine konvergente Theorie gibt, sondern nur Theorien vom Typus der Renormierungstheorien, was ich aber einstweilen nicht glaube. – Ich hoffe Dich in nicht zu ferner Zeit in Zürich besuchen zu können, da ich ja ab u. zu nach Genf muss.

Also Dir u. Källén viele Grüsse!

Dein W. Heisenberg