

Archiv von Heisenbergs Briefen

von: Werner Heisenberg

an: Pauli

Datum: 23.11.1926

Stichworte: Kommentar zu P. A. M. Dirac "The Physical Interpretation...",
Proc. Roy. Soc. A 113 (1927) 621

Ursprung: Pauli Archiv in Genf

Kennzeichen im Pauli Archiv in Genf: heisenberg_0017-040r

Meyenn-Nummer: 148

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.

UNIVERSITETETS INSTITUT
FOR
TEORETISK FYSIK

NACHLASS BLEGDAMSVEJ 15, KØBENHAVN Ø.
PROF. W. PAULI

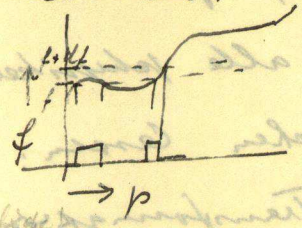
DEN 23. 11. 1926

Lieber Pauli!

Vielen Dank für Ihren Brief! Ihre Rechnung über die
springende Elektron finde ich sehr hübsch, Sie sollten sie
irgendwo publizieren. Über die Frage der physikalischen
Bedeutung der Transformationsfunktion I haben wir
hier und dort mehr nachgedacht und direc^{hat} eine
ausserordentlich grosszügige Verallgemeinerung dieser
Annahme aus meiner Schwankeungsnote fertig gebracht.

Der Grundgedanke von Dirac ist etwa der: p, q seien
irgendwelche kanonisch konjug. Grössen. $f(p, q)$ sei eine
Funktion von denselben. Frage: Was kann man
in der Q.m. über dieses f physikalisch aussagen?

Antwort: Man wähle z. B. q als c-number (z. B. $q = 104$).
Dann ist es klassisch möglich, die Kurve $f(p, 104)$ zu
zeichnen. Quantenmechanisch kann man dies nicht.



Man kann nicht angeben, wie gross der Bereich
von p ist, in welchem f zwischen den beiden
c-numbers f und $f + df$ liegt. Setzt man
und $f = W^2$

für p und q die kanonischen E und t , (so sehen Sie leicht,
dass das Diracsche Problem auf das meiner Schw. note hinhin-
läuft. Man kann aber auch z. B. E und t wählen und $f = q$ vorgeben.
Dann kann man also den Bruchteil der Zeit bestimmen,
in welchem q zwischen q und $q + dq$ liegt. Die Lösung

*) Möchte lieber sagen: Wenn q in $(q, q + dq)$ und p beliebig, dann $\int f(p, q) dp dq =$ Wahrscheinlich-
keit, dass f zwischen f und $f + df$ liegt.

dieses Problems sind die Schrödingerschen $\Psi(q)\bar{\Psi}(q)$.
 Es ist mir allgemein gelungen, das genannte Problem
 und metemsoch zu lösen. Als Besonderheitsfunktion
 tritt eine Metrix I auf, deren Indizes im allgemeinen
 Problem (f, p, q) sind $I_{f, q}$. (Im speziellen Fall E, t, q
 also wie bei mir $I_{q, E}$). Die $I_{f, q}$ sind, wie wir wissen,
 Lösungen eines kanonischen Transformationsmechanischen
 Systems. Sie können die kanon. d. kann reduziert
 werden auf eine Differentialgleichung i. d. Schrödingerschen
 Form also ganz allgemein die Metrix, I wirklich zu
 bestimmen (dies Lemma deckt sich sehr nahe mit Ihrer
 Idee der p -Wellen). Im speziellen Fall E, t, q wird hier
 die Metrix I die Indizes q und E , also $I_{q, E}$ und es
 ist $I_{q, E} = \Psi(q)$ Schrödingersche Funktion. Schrödingersche Funkt. ist
 also identisch dem I in Borns kanonischen Transf. zur Be-
 stimmung der Eigenwerte W . Die oben genannte physikalische
 Interpretation der I enthält aber zugleich alle physikalischen
 Aussagen, die sich bis jetzt überhaupt machen lassen:
 z. B. Borns Transformations, Jordans kanonische Transformationen
 u. p. v. Miras Arbeit hat sicher mit Ihren und meinen
 Arbeiten viele Berührungspunkte. Aber sie ist doch sehr
 allgemein, da sie mit z. B. bei kontinuierlichen Verände-
 rungen ebenso leicht und sicher funktioniert, als bei

periodischen. Ich halte dieses Arbeit für einen außerordent-
lichen Fortschritt. Über den eigentlichen Sinn dieser
genauen formalen Zusammenhänge denke ich oft nach,
aber es ist schändlich schwer, daraus klug zu werden.
Aber die Welt kontinuierlich sei, hatte ich mehr denn je
für gänzlich indisputabel. Aber sobald sie diskonti-
nuierlich ist, sind in allen unseren Vorlesungen, die wir
zur Beschreibung eines Faktums verwenden, zu viele
c-Zahlen. Was das Wort „Zelle“ oder „Korpuskel“ bedeutet,
versteht man nicht mehr. Man wird von solchen Fiege-
rezereien zu erholen, hat sich aber Atomphysik und
Resonanz - ein wenig nachgedacht und wird wohl, der
Vollständigkeit halber, darüber etwas schreiben. Für die
springenden Elektronen gibts aber dann ein merkwürdiges
Freiheitsgrade mit halbezahliger Kugelfunktion. Das
geschickt dem Schrödingers ganz recht. (ψ ist nicht mehr
evident, wohl aber ψ^2). Außerdem steht in dieser
Arbeit dann die Geschichte mit den Banden.

Sehr viel ^{als das letztere} wichtiger ist die Arbeit von Hund. Das
~~ist~~ H_2^+ hat Hund dem Kon. Bureau hier überlassen
und das hat es nun wirklich endgültig in Ordnung
gebracht. Die Arbeit von Alexandrow in den Annalen
von natürlich total falsch. Bureau bekommt,
wie sich gehört, Lösungen, die keine Nullstelle

der Schrödingergl. haben, er rechnet die Energie als Funktion des Kernabstandes aus, bekommt auf der einen Seite Ausdruck an He^+ , auf der anderen an He^+ . Die Funktion ist übrigens symmetrisch zu den Kernen. Zählt man die Abstoßung der Kerne zur Energie, so bekommt man ein schönes Minimum bei $r = 3a_H$ (also etwa halb so weit, wie damals bei Ihnen) und die Energie ist 15,7 Volt, was jedenfalls genau genug stimmt. Darüber kann man sich also beruhigen.

Lugiwa, einer unserer jüdischen Mitglieder, hat zwei hübsche Sachen ausgerechnet: 1.) Man berechne à la Fues das Zentralfeld mit Darstellung des Li Natriumspektrums. (Halbe k , denn stimmt ungefähr auch bei Qu. A.) daraus die Schrödingergleichungen für $3_1, 3_2, 4_2$. daraus die Zahl der Dispersionselektronen für die D-Linien $3_2 \rightarrow 3_1$ und das nächsthöhere Glied $4_2 \rightarrow 3_1$. Resultat: $f_D = 0,97$, $f_{4_2 \rightarrow 3_1} = 0,014$. Also die Summe wird 1 (natürlich, das steht in den Rechnungen), aber f_D wird schon fast 1, ich glaube Chirkowski wird sich mit $f_D = 0,97$ zufrieden geben.

2.) Das kontinuierliche Spektrum, das sich in Wasserstoff an Lyman-Balmer und Paschenreihe anschließt. Nimmt man auch im diskontinuierl. Teil eine irgendeine Linienbeute an, so bekommt man also für die totale Absorp. eine folgende Kurve: An der Liniengrenze schließen die beiden Spektren kontinuierlich an einander! Das ist doch ganz schön. Doch nun genug für heute. Viele Grüße aus ganzem Zerkow, ich freu mich immer sehr, Briefe von Ihnen zu bekommen! v. Keilander.

