

## SAMENVATTING

### I. *Undor-rekening en lading-conjugatie.*

Onder “*undoren* van den  $n$ -den trap” verstaan wij grootheden, gekenmerkt door  $4^n$  complexe getallen, die zich bij L o r e n t z -transformaties lineair transformeeren als de  $4^n$  producten van de componenten van  $n$  D i r a c sche golffuncties (§ 1). Indien de spiegelingstransformatie van zulk een D i r a c sche golffunctie zoodanig wordt gedefinieerd, dat een dubbele spiegeling overeenkomt met een omkeering van het teeken van de golffunctie, bestaat er een lineaire operator, die uit den complex-geconjugeerde van een undor  $\Psi$  van den  $n$ -den trap wederom zulk een undor vormt, den “*lading-geconjugeerde*” ( $\Psi^{*g}$ ) van  $\Psi$ , en wel zoo, dat  $\Psi^{*g} = \Psi$  is (§ 2—3).

In het bijzonder onderzoeken wij undoren van den eersten (§ 1—4) en van den tweeden (§ 5) trap. Een undor van den tweeden trap vertegenwoordigt een vijftal antisymmetrische tensoren (van den nulden, eersten, tweeden, derden en vierden trap). Deze tensoren zijn reëel (afgezien van een willekeurigen constanten factor), indien de undor  $\Psi_{k_1 k_2}^g$  gelijk is aan zijn lading-geconjugeerde  $\Psi_{k_1 k_2}^{*g}$  of aan zijn *lading-geadjungeerde*  $\Psi_{k_1 k_2}^g$ , waaronder wij  $\Psi_{k_2 k_1}^{*g}$  verstaan (§ 5). Undoren, die gelijk zijn aan hun lading-geadjungeerde, noemen wij “*neutrettoren*” (§ 4—5).

Tenslotte leiden wij een “*metrischen undor*” af, waardoor aan elken gewonen (“*covarianten*”) undor een “*contravarianten*” undor wordt toegevoegd (§ 6). Wij definieeren een *gradient-undor* en kunnen nu undor-vergelijkingen in “*covariante notatie*” schrijven.

### II. *De undor-vergelijking van het mesonenveld.*

Wij schrijven de P r o c a-vergelijkingen voor het mesonenveld in undor-notatie (§ 1). Het P r o c a-veld wordt voorgesteld door een symmetrischen undor van den tweeden trap. De vergelijkingen laten zich uitbreiden tot die voor een veld, beschreven door een *niet-symmetrischen* undor van den tweeden trap (§ 2). Deze uitbreiding komt

neer op het invoeren van een nieuw veld van spinlooze mesonen. — Het veld van neutrale mesonen (“*neutretto's*”) kan worden beschreven door een neutrettorveld (§ 2).

Bij elke oplossing van de veldvergelijkingen bestaat er een “lading-geconjugeerde” oplossing van de z.g. “lading-inverse” vergelijkingen (§ 3). Bij deze *lading-inversie* dient niet alleen de elektrische lading  $e$  van teeken te worden omgekeerd; indien men rekening houdt met de anticommutativiteit van de golf functies van nuclonen \*) en lichte deeltjes, moeten ook de *mesische* ladingen  $f$  en  $g$  van teeken omdraaien. — Een beschrijving van het veld door middel dezer lading-geconjugeerde veldgrootheden noemen wij de *lading-geconjugeerde beschrijving* van het veld.

De elektrische ladings-stroom-dichtheid laat zich op eenvoudige wijze uitdrukken met behulp van den undor, die het mesonenveld beschrijft (§ 4).

Door iteratie van de meson-vergelijking vindt men voor vrije mesonen een *Klein-Gordon* vergelijking. Houdt men rekening met de wisselwerking der mesonen met het electromagnetische veld, dan treden in deze vergelijking extra termen op, waarvan de belangrijkste kunnen worden opgevat als de beschrijving van een magnetisch moment van het meson, dat dan  $(e/2mc)$  maal het spin-impulsmoment ( $\hbar$ ) van het meson blijkt te zijn (§ 4).

Wanneer men aanneemt, dat de quantum-mechanica een “*lading-invariante*” theorie is, d.w.z. dat bij een lading-geconjugeerde beschrijving van het veld alle waarneembare grootheden op dezelfde wijze kunnen worden berekend als bij een gewone beschrijving van het veld, behalve dan dat alle ladingen met het andere teeken moeten worden genomen, dan volgen uit deze veronderstelling een aantal betrekkingen, die volledig bepalen, van welke deeltjes men moet aannemen, dat zij aan de *Fermi-Dirac*-statistiek voldoen, en welke deeltjes aan de *Einstein-Bose*-statistiek moeten gehoorzamen. (Andere soorten van statistiek zijn in beginsel echter niet uitgesloten). Het blijkt, dat deeltjes met geheeltalligen spin aan de *Einstein-Bose*-statistiek moeten voldoen, en deeltjes met heel-plus-halftalligen spin aan de *Fermi-Dirac*-statistiek (§ 5). Bovendien kan men van de lading-invariantie van de theorie gebruik maken om de uitdrukking voor de energie van het veld in een dus-

\*) D.w.z. protonen, neutronen en hun antideeltjes.

danigen vorm te schrijven, dat het duidelijk is dat alle vrije elementaire deeltjes een positieve energie bezitten.

III. *Toepassing van de theorie der zware quanta op problemen der kern-physica en der cosmische straling.*

Wij geven een kritisch overzicht van een aantal publicaties, die de laatste jaren over de theorie der *zware quanta* (mesonen en neutretto's) zijn verschenen. Na een korte inleiding (§ 1) wordt de theorie der zware quanta geschetst, zooals deze door Kemmer en andere schrijvers is ontwikkeld (§ 2—3). De grootte-orde van de in de theorie optredende constanten wordt besproken.

Vervolgens worden de in zwang zijnde methoden, volgens welke men het veld pleegt te quantiseeren, aan een critiek onderworpen (§ 4). Het blijkt, dat het bewijs van de relativistische invariantie der theorie nog moet worden gegeven. Van niet-relativistisch standpunt uit bekeken, zijn de gangbare methodes niet zeer consequent, en wij hebben aan een eenigszins afwijkende behandeling de voorkeur gegeven.

De wisselwerking van het mesonenveld met het longitudinale Maxwell-veld kan worden beschreven als een statische Coulomb-sche krachtwerking tusschen de elektrische ladingen (§ 5). De Hamiltoniaan wordt afgeleid, die de wisselwerkingen van de uitgebreide mesonen- en neutretto-velden met alle andere velden beheerscht (§ 6). De aard dezer wisselwerkingen wordt aangeduid. Van bijzonder belang is het feit, dat de grootte van zekere matrixelementen van de gequantiseerde Hamiltoniaan de waarschijnlijkheid van veel-quanta-processen doet verwachten.

Vervolgens wordt de wisselwerking tusschen nuclonen door tusschenkomst van het veld der zware quanta besproken (§ 7). Hoewel de afleiding van de uitdrukking voor deze wisselwerking veel overeenkomst vertoont met de afleiding van de Britsche wisselwerking tusschen electronen, blijkt de "effectieve potentiaal" in het laatste geval een betere benadering te zijn dan in het geval der wisselwerking tusschen nuclonen.

De Schrödinger-vergelijking voor het deutron wordt opgeschreven, de optredende moeilijkheden worden besproken en het magnetische moment van het deutron wordt ter sprake gebracht (§ 8). Een kort overzicht wordt gegeven van den huidige stand der theoretische onderzoekingen omtrent het probleem der strooiing van nuclonen door nuclonen (§ 9).

Na een beschouwing over het spontane uiteenvallen der zware quanta (§ 10) wordt de theorie van de  $\beta$ -radioactiviteit behandeld in het kader van de mesonentheorie (§ 11). Eenige belangwekkende bijzonderheden treden op door de uitbreiding van het mesonenveld met spinlooze zware quanta. Het vraagstuk van de overeenstemming tusschen theorie en experiment wordt nader in oogenschouw genomen.

Vervolgens worden de bestaande theoretische onderzoeken omtrent verschijnselen van "strooiing" en absorptie van mesonen door atoomkernen aan een critische beschouwing onderworpen (§ 12). Deze verschijnselen zijn van belang voor de bestudeering der cosmische straling. Longitudinaal en transversaal gepolariseerde zware quanta blijken niet even sterk "als photon" te worden "gestrooid"

Tenslotte worden argumenten vóór, bezwaren tegen en mogelijke gevolgen van de invoering van een fundamenteele lengte in de quantum-theorie besproken, en wordt de wenschelijkheid naar voren gebracht van nadere experimenteele onderzoeken omtrent de energie-afhankelijkheid van de werkzame doorsneden voor de verschillende processen, die volgens de theorie mogelijk zijn (§ 13). Het groote aantal constanten, dat in de theorie in zijn algemeen vorm optreedt, wordt als een bezwaar gevoeld.