

MATHESES POLSKA

CZASOPISMO POŚWIĘCONE
NAUKOM ŚCISŁYM I ICH METODOLOGJI

WYDAWANE PRZEZ
STANISŁAWA WARHAFTMANA
PRZY WSPÓŁUDZIALE
EDWARDA STENZA i KAZIMIERZA ZARANKIEWICZA

Z DODATKIEM:

U R A N J A

CZASOPISMO POLSKIEGO TOW. PRZYJACIOŁ ASTRONOMJI
POD REDAKCJĄ
MIECZYŚŁAWA KOWALCZEWSKIEGO i LUCJANA ORKISZA

Nr 7—8

Wrzesień — październik 1932

Tom VII. Rok 7

T R E Ś Ć:

Cz. Białobrzęski. O interpretacji fizycznej mechaniki kwantów.
Str. 105 — 118.

T. Malarski. Marjan Smoluchowski. Str. 118 — 130.

E. Rybka. Ruchy gwiazd. Str. 49 — 55.

M. Białęcki. Obserwacje powierzchni Jowisza i Marsa w 1932 r.
Str. 55 — 88.

J. Gądomski. Kometa Brooksa (II). Str. 59 — 60.

Obserwacje meteorów (M. Białęcki). Str. 60.

Jasny meteor (E. Rybka). Str. 60 — 61.

K r o n i k a:

VI. Zjazd Fizyków Polskich. — Międzynarodowy Kongres Matematyczny. — Rok Polarny.

K r o n i k a a s t r o n o m i c z n a: Str. 61 — 63.

Ruch obrotowy słońca. — Kometa Peltier-Whipple. — Zgon prof. M. Wolffa.

B i b l j o g r a f j a:

Rutherford, Chadwick and Ellis. Radiations from radioactive Substances (*L. Wertenstein*). — G. Gamow. Constitution of Atomic nuclei and Radioactivity (*L. Wertenstein*).

Bibliografia prac astronomów polskich. Str. 64.

Z a d a n i a: Nr. 119, 120. Rozwiązania zadań: Nr.Nr. 115 — 118.

Liczby kursywą oznaczają stronicę „Uranji”

NAKŁADEM REDAKCJI „MATHESES POLSKIEJ”
SKŁAD GŁÓWNY W KSIĄŻNICY-ATLAS T.N.S.W.

MATHESIS POLSKA

ukazuje się co najmniej w odstępach dwumiesięcznych z wyjątkiem lipca i sierpnia w zeszytach podwójnych z dodatkiem „URANJA“

Adres Redakcji „MATHESIS POLSKIEJ“: Warszawa, Marszałkowska 81, m. 4. tel. 940-14.

Adres Redakcji „URANJI“: Warszawa, Al. Ujazdowskie 6/8, Obserw. Astron. tel. 877-70.

Adres Administracji „MATHESIS POLSKIEJ“ i „URANJI“: Warszawa, Marszałkowska 81, m. 4. Konto w P. K. O. 12628.

Redaktor „Mathesis Polskiej“ przyjmuje we wtorki i czwartki w godz. od 6—7 popoł.

Skład główny w Książnicy Atlas T. N. S. W. Warszawa,
ulica Nowy-Świat Nr. 59. Lwów, ulica Czarnieckiego Nr. 12.

Rękopisów Redakcja nie zwraca.

Prenumerata „MATHESIS POLSKIEJ“ łącznie z dodat. „URANJA“ wynosi (z przesyłką) półrocznie zł. 12.— rocznie 20.— zagranicą rocznie 30 zł., zeszyt podwójny 6 zł.

Prenumerata „URANJI“ oddzielnie wynosi rocznie zł. 10; zagranicą zł. 15.

Zeszyt pojedynczy zł. 2.50.

CENY OGŁOSZEŃ W „MATHESIS POLSKIEJ“:

cała strona zł. 150.—, pół strony zł. 80.—, ćwierć strony zł. 50.—.

CENY OGŁOSZEŃ W „URANJI“:

cała strona zł. 120.—, pół strony zł. 70.—, ćwierć strony zł. 40.—.

NAKŁAD „MATHESIS POLSKIEJ“, WARSZAWA

„I dlatego to każdy, kto potrafi zainteresować ogół sprawami wszechświata i, choćby na chwilę, odwrócić jego oczy od drobnych codziennych spraw, zasługuje nie tylko na uznanie, jako prawdziwy pionier kultury, ale także na wdzięczność, jako dobroczyńca ludzkości, znużonej własną ciasnotą.

Takim człowiekiem był w ubiegłym wieku Flammarion, takim jest obecnie godny jego następca, mało jeszcze u nas znany, James H. Jeans, czołowy astrofizyk współczesny, zarazem niezrównany popularyzator astronomii”.

Dr. J. G a d o m s k i, Astronom Obserw. Warsz. w „Il. Kurj. Codz.”.

NOWOŚĆ:

SIR JAMES JEANS

M.A., D.Sc., Sc.D., LL.D., F.R.S.

N I E B O

ASTRONOMJA DLA LAIKÓW

Z trzeciego wydania oryginału przełożył

DR WŁ. KAPUŚCIŃSKI, doc. Uniw. Warsz.

Str. XII. 196 z 3 rys. i 47 planszami oraz 2 mapami nieba. 1933. Cena w opr. płóc. zł. 9.60

(Z DZIEDZINY NAUKI I TECHNIKI. T. I).

Opinia o tej książce:

„Autorowi raz jeszcze wspaniale się udało trudne zadanie wprowadzenia laika, który nic nie wie o całym skomplikowaniu i wątpliwościach współczesnej fizyki, w obręb zagadnień nowej astronomii. Zakres, który obejmuje ta niewielka książka, jest zadziwiający. Treść, styl, ilustracje, wykonanie graficzne, cena i nazwisko autora składają się na niezrównaną całość”.

Prof. E. N. d a C. A n d r a d e w „Week End Review”.

MATHESES POLSKA

Nr. 7 — 8

Wrzesień — październik 1932 Tom VII. Rok 7

CZESŁAW BIAŁOBRZESKI

(Warszawa)

O INTERPRETACJI FIZYCZNEJ MECHANIKI KWANTÓW

WSZYSCY ludzie wykształceni, interesujący się postępami nauk przyrodniczych, wiedzą coś niecoś o tem, że w ciągu ostatnich lat siedmiu odbył się głęboki i zarazem dziwny przewrót w pojęciach, służących do tłumaczenia zjawisk przyrody nieożywionej. Mówi się o indeterminizmie procesów atomowych, o zasadzie niepewności Heisenberga, z której ma wynikać ni mniej ni więcej, tylko że podstawowy schemat myślenia o świecie zewnętrznym, polegający na łączeniu przyczynowem zjawisk w przestrzeni i czasie, traci, ściśle rzecz biorąc, stosowalność w świecie atomowym, do którego myśl ludzka przeniknęła mimo, iż jest zmysłem niedostępny.

U ogromnej większości osób, o których mówiliśmy na początku, nie wyłączając fizyków, nowe wyobrażenia nie wiążą się w jakiś obraz jednolity, mający rozszerzyć i zastąpić klasyczny Newtonowski obraz przyrody, lecz współżyją z wyobrażeniami starymi, kłócąc się z niemi i wytwarzając zamęt pojęciowy.

Wyjątek należy uczynić dla nielicznej stosunkowo grupy teoretyków, którzy zadali sobie trud opanowania mechaniki kwantów w jej postaci matematycznie opracowanej. W rzeczy samej, istnieje już obecnie matematyczny schemat mechaniki kwantowej, który, przynajmniej w pewnych granicach, uważać można za ustalony i wykończony. Zdawałoby się, że chodzi teraz tylko o to, aby go uprościć i uprzystępnąć szerszym kołom, przedewszystkiem samych fizyków. W rzeczywistości sprawa tak prostą nie jest i nastrocza trudności, których pokonanie w krótkim czasie nie wydaje się prawdopodobne.

Powstanie mechaniki kwantowej było wynikiem trafnej intuicji kilku nadzwyczaj utalentowanych ludzi, ale wyobrażenia konkretne, które im służyły za nią przewodnią, nie stanowiły konsekwentnej całości, nie zawsze były jasne, a niektóre nawet, jak np. Schrödingerskie utożsamienie cząstek materialnych i grup falowych musiano zaniechać, jako nieudające się utrzymać. Prace późniejsze, głównie Diraca, Hei-

s e n b e r g a i B o r n a, rzuciły światło na wiele idei podstawowych mechaniki kwantowej, jednakowoż stan rzeczy dotychczas jest taki, że wprowadzie gmach matematyczny tej wielkiej doktryny jest wzniesiony, ale sens fizyczny poszczególnych jego części jest niejasny, braknie dobrze określonych konkretnych pojęć związanych z symbolami i operacjami matematycznymi, które na ów gmach się składają. Niektórzy nie uważają tego braku za istotny, utrzymując, że wyobrażenia konkretne są zbyt liczne, ponieważ wszelkie wogóle próby wnikiwania w istotę przedmiotów naszego doświadczenia są zgóry skazane na niepowodzenie, wystarczy natomiast, jeśli umiemy wskazać drogę przejścia od symbolów teorii do wyników pomiarów.

Poglądy tego rodzaju są albo nieporozumieniem, albo mają swe źródło w tem, że logika fizyki, któraby wyjaśniała, jak się kształtują systemy pojęć podczas budowania tej nauki, jest polem badań, uprawianem nader niedostatecznie i często w sposób wykazujący brak kompetencji.

Ażeby nie odbiegać od głównego przedmiotu mego odczytu, ograniczę się do stwierdzenia, że bezpośrednie przyporządkowanie surowych danych doświadczalnych symbolom teorii jest niemożliwością, skutkiem czego droga łącząca doświadczenie z teorią jest zawsze łańcuchem sądów, którego każde kolejne ogniwo jest niczem innym jak interpretacją konkretną coraz dalej odbiegającą od bezpośrednich danych, odczytanych na instrumentach użytych w doświadczeniu.

Zapytamy jeszcze, jakbyśmy zareagowali na żądanie, konsekwentne z omawianego punktu widzenia, abyśmy wyrugowali z fizyki atomy, elektrony, promienie X, fale elektromagnetyczne i t. p., to znaczy pojęcia, w których wyraża się właśnie konkretna interpretacja faktów doświadczalnych.

Co zaś dotyczy kwestji, czy ta interpretacja prowadzi do głębszego wnikiwania w istotę poznawanej w nauce rzeczywistości, czy przeciwnie, wierzący w to są ofiarami złudzenia, to dowodów, któreby stanowisko sceptyka sprowadziły ad absurdum, wynaleźć niepodobna; można tu tylko dodać, że w analogicznem położeniu znajduje się kwestja, czy istnieje świat zewnętrzny od nas niezależny. I tu i tam do decyzji ostatecznej uprawnić musimy zdrowy rozsądek: argumenty oparte na fakcie, że systemy pojęć naukowych rozwijając się i przekształcając, nie tylko obejmują i tłumaczą coraz szerszy zakres doświadczenia, lecz pozwalają przewidywać nowe zjawiska i rozciągać coraz dalej władzę człowieka nad przyrodą, winny wystarczyć do przekonania, że te systemy coraz lepiej są przystosowane do istoty poznawanej rzeczywistości, czyli w nią coraz głębiej przenikają.

Poza tem wszystkiem nie zapominajmy, iż teoria fizyczna ma zadanie, że się tak wyrażę, dynamiczne, polegające na dostarczaniu kierowniczych

idei dla pracy doświadczalnej. Trudno sobie wyobrazić, ażeby tę rolę na dłuższą metę mogła odgrywać teoria, z której konkretne wyobrażenia są wyeliminowane.

Wreszcie można dodać argument, dla fizyków jako takich co prawda obojętny, że interpretacja konkretna teorii kwantów ma pierwszorzędne znaczenie filozoficzne.

Reasumując, twierdzę, że omawiana interpretacja jest koniecznością i nie powinna właściwie nigdy zniknąć z pola widzenia teoretyków.

Przystępując teraz do tego niełatwego i pod pewnemi względami ryzykownego przedsięwzięcia, zaznaczę, że będę mógł w tak krótkim czasie, jakim rozporządzam, poruszyć tylko kilka z wielu zagadnień, wchodzących w zakres tematu i to w sposób nader szkicowy.

Pragnąc zdobyć właściwe pojęcie o mechanice kwantów, jest wysoce pożyteczne zrobić pewien zabieg umysłowy, polegający na tem, ażeby nie rugując z pamięci fizyki klasycznej, uwolnić umysł od władzy wyobrażeń konkretnych z nią związanych. Interpretacja bowiem fizyczna mechaniki kwantowej wymaga utworzenia wyobrażeń swoistych, obcych duchowi pojmowania przyrody na gruncie klasycznym.

Nie należy stąd wnioskować, iż pomiędzy mechaniką kwantową a fizyką klasyczną istnieje sprzeczność nie do usunięcia, jak to było we wcześniejszym stadium teorii kwantów.

Lubo kwestja ta nie jest dokładnie zbadana, można wyrazić przypuszczenie, że po dokonaniu pewnego przystosowania pojęciowego, wszystkie dobrze ugruntowane prawa i teorie klasyczne dadzą się zrozumieć jako wystarczające w określonych warunkach przybliżenie praw kwantowych.

Zwróćmy się więc teraz do charakterystyki pojęć mechaniki kwantów celem wydobycia z nich treści konkretnej.

Wchodząc odrazu in medias res zastanówmy się nad pojęciem stanu badanej ze najważniejszym w mechanice kwantowej.

Interpretację tego nadzwyczaj szerokiego pojęcia ułatwi nam rzut oka na ogólną ideę, jaka przewodziła tłumaczeniu przyrody w fizyce klasycznej, której kręgosłupem jest mechanika klasyczna oparta na prawach ruchu *N e w t o n a*.

Wyrazem najogólniejszym tych praw są równania ruchu, które możemy np. wziąć w *H a m i l t o n*owskiej kanonicznej postaci.

$$\frac{dq_i}{dt} = \frac{\partial H}{\partial p_i}, \quad \frac{dp_i}{dt} = -\frac{\partial H}{\partial q_i} \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

Jaka idea jest w nich zawarta?

Mamy wyznaczyć jako funkcje czasu wielkości q_i i p_i , z których pierwsze wyznaczają położenie części badanego przez nas układu, drugie zaś, t. zw. pędy uogólnione służą do określenia ich własności dynamicznych.

Zapytujemy z kolei, jaka jest natura owych części z punktu widzenia mechaniki klasycznej. Sprowadzają się one, według ustalonego poglądu atomistycznego, do elektronów i protonów, to znaczy do pewnych ilości materji czyli mas skupionych w niezmiernie małych obszarach przestrzennych. Dynamiczne własności materji wyrażają się w posiadanych przez elektrony i protony nabożach elektrycznych przeciwnego znaku, co oznacza tyle, iż są one centrami sił przyciągających i odpychających.

Zgodnie z tem wyobrażeniem atom chemiczny składa się, jak dobrze wiemy, z jądra, które jest zbitym zespołem protonów i elektronów, oraz grup krążących dokoła niego zewnętrznych elektronów. Elementarne części składowe ciał przyrody, t. j. elektrony i protony, rozpatrywaliśmy jako cząstki samodzielne i posiadające niezmienną masę i nabój, przyczem w pierwszej znajduje wyraz bezwładność, bierność materji, w drugiej — jej aktywność. Wprawdzie prawa mechaniki rządzące w układach atomowych musiały być w modelu Bohra uzupełnione przez znane postulaty kwantowe, lecz były one dodane do starych praw, pozostawiając je niezmienionemi lubo znajdowały się z niemi w sprzeczności.

Funkcja H , figurująca w równaniach ruchu i wyrażająca najczęściej energję układu, zależy od mas i pędów części układu oraz od sił działających między niemi; jakiejśbądź idei zasadniczo nowej z tą funkcją mechanika klasyczna nie wiązała.

Niedoskonałość tych krótko przezemnie scharakteryzowanych wyobrażeń konkretnych związanych ze wzorami klasycznymi nie uszła uwadze fizyków i filozofów, jednak trzymano się ich ze względu na skuteczność w poznawaniu przyrody.

Prymitywność takich pojęć, jak ilość materji, siła, jakby tkwiąca w cząstkach materji, rzuca się w oczy.

Były, jak wiadomo, czynione próby ich zmodyfikowania, głównie na gruncie pojęć ciągłości i pól fizycznych, ale do skryształizowanego jasnego systemu nie doprowadziły. Tutaj je możemy pominąć.

Zwróćmy się teraz do mechaniki kwantowej i zestawmy z równaniami kanonicznymi Hamiltona równanie Schrödingera, które służy za podstawę badania teoretycznego ustrojów atomowych.

Napiszemy je w postaci

$$H\psi + \frac{h}{2\pi i} \frac{\partial \psi}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

z której wynika w przypadku, gdy mamy do czynienia z układem izolowanym, nie ulegającym oddziaływaniom zewnętrznym zależnym od czasu, równanie mniej ogólne

$$H\psi = E\psi. \quad (3)$$

Zastanówmy się z początku nad znaczeniem tego równania.

Służy ono do wyznaczenia funkcji ψ , od której zależą wszystkie własności fizyczne i chemiczne układu; niech tym układem będzie jakikolwiek atom, lubo nasze rozważania dadzą się zastosować do układów złożonych z wielu atomów.

W prawej części równania mamy parametr liczbowy E , który możemy rozpatrywać jako wartość energii układu.

W lewej części H jest operatorem różniczkowym zależnym zazwyczaj od zmiennych, charakteryzujących konfigurację układu w znaczeniu ogólnym; oznaczać je będziemy, jak w równaniach (1) przez $q_1, q_2, \dots, q_n$, jeśli układ ma n stopni swobody; nazywać je możemy zmiennymi geometrycznymi lub konfiguracyjnymi. W przypadku najprostszego atomu wodoru, operator H ma kształt $\left(\frac{h^2}{8\pi^2 m} \Delta + \frac{e^2}{r} \right)$, gdzie Δ oznacza laplasjan $\left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$, m — nabój i masę elektronu, r — odległość danego punktu od protonu uważanego za nieruchomy, przyczem $r^2 = x^2 + y^2 + z^2$.

Zatem rozwinięte równanie (3) napisze się w przypadku atomu wodorowego:

$$\Delta\psi + \frac{8\pi^2 m}{h^2} \left(E + \frac{e^2}{r} \right) \psi = 0 \quad (4)$$

Ogólniejsze równanie, uwzględniające spin elektronowy, znalazł Dirac.

Mamy tu równanie różniczkowe o pochodnych cząstkowych 2-go rzędu; rozwiązanie jego da nam funkcja ψ w zależności od 3-ch współrzędnych przestrzennych, np. x, y, z .

Dla układu o n stopniach swobody otrzymamy z równania ogólnego (3) ψ jako funkcję zmiennych $q_1, q_2, \dots, q_n$.

Funkcja ψ gra w mechanice kwantów rolę najważniejszą: określa ona stan układu i związane z nim własności fizyko-chemiczne. Nazywać ją będziemy za przykładem Diraca, funkcją stanu.

Konstrukcja pojęciowa mechaniki kwantowej wymaga przyjęcia postulatu, że stan wyrażony z pomocą funkcji ψ , jest realnością, czyli symbolowi ψ odpowiada coś w świecie naszego doświadczenia. Realność ta nie jest jednakowoż czemś umiejscowionem w przestrzeni: jest to widoczne z tego, że ilość zmiennych konfiguracyjnych, od których zależy ψ , może być dowolna.

Musimy zgodzić się z tem, iż stan jako realność fizyczna, jest poza przestrzenią: stosunek jego do czasu będzie ustalony z chwilą, gdy zostaną usu-

nięte trudności, na jakie napotyka zespolenie relatywizmu z mechaniką kwantową.

Ponadprzestrzenny charakter pojęcia stanu uwydatnia zasada superpozycji stanów, której interpretacja przestrzenna jest niemożliwa. Zasada ta głosi, iż dany stan można na nieskończenie rozmaite sposoby utworzyć przez nałożenie na się innych stanów, przyczem związek między stanami wyraża się z pomocą funkcji linjowych. Otóż nakładające się stany mogą odpowiadać różnym położeniom układu w przestrzeni, co, oczywiście, jest niezrozumiałe na gruncie zwykłych przestrzennych wyobrażeń.

W przypadku atomu wodoru, jak okazuje wzór (4), stan zależy od 3-ch współrzędnych, jeśli pominiemy spin elektronowy, dzięki czemu wyobrażenia przestrzenne stają się możliwe.

Stan ma rozciągłość nieograniczoną w tem znaczeniu, że funkcja ψ różni się od zera dla wartości niezmiernie wielkich zmiennych q^i .

Szczególnie ważnym w mechanice kwantowej jest iloczyn $\psi\psi$, gdzie ψ oznacza wielkość sprzężoną. Przez analogię z teorią fal możemy nazywać $\psi\psi$ natężeniem stanu: jak wiadomo, często funkcja ψ posiada charakter fali.

Obok pojęcia stanu w mechanice kwantowej występuje, jako odpowiednik realności innego rodzaju, pojęcie wielkości mierzalnej, nazywanej przez Diraca „obserwabłą”. Będę posługiwał się tym barbarzyństwem w braku ustalonej terminologii. Za przykłady obserwabli mogą służyć współrzędne Kartezjańskie, pędy, energja, która, zgodnie z dobrze znanymi zależnościami Plancka-Bohra, jest ściśle związana w układach atomowych z częstością drgań wysyłanych przy przejściu układu z jednego stanu do innego. Każde doświadczenie lub obserwacja w fizyce sprowadza się do pomiaru obserwabli: to twierdzenie można uważać jako definicję pojęcia „obserwabli”.

W wyniku pomiaru otrzymujemy wartość liczbową obserwabli.

Pojęta najogólniej pod względem matematycznym obserwabla jest operatorem działającym na funkcję stanu. Np. w równaniach (2) i (3) symbol H jest operatorem wyrażającym obserwabłę, mianowicie energję układu atomowego. Do interpretacji pojęcia „operator” niebawem powrócimy. Teraz zaś zwrócimy uwagę na znamienne okoliczność nieznaną w fizyce klasycznej: w wielu przypadkach obserwabla nie może mieć wszelkich wartości liczbowych rzeczywistych lecz przybiera zawsze przy pomiarze jedną z wartości tworzących nieciągły szereg liczb, tak zwanych wartości własnych obserwabli. Np. energja posiada ciągły szereg wartości własnych w układach niezamkniętych tego rodzaju, jak swobodny elektron, natomiast w układzie zamkniętym, jak atom, gaz w naczyniu zamkniętym, wartości własne energii tworzą szereg nieciągły.

Dalej wśród wszelkich możliwych stanów układu atomowego daje się wyróżnić grupę stanów własnych w stosunku do danej obserwabli; np. w przypadku energii są to tak popularne wśród eksperymentatorów poziomy energetyczne układy atomowych. Czem się wyróżnia stan własny wśród innych stanów? Cechą charakterystyczną jego jest to, że, gdy wykonamy pomiar danej obserwabli, np. energii, nad układem znajdującym się w stanie własnym, otrzymamy zawsze określoną wartość własną, która zatem jest z owym stanem własnym związana.

Każdy inny stan układu atomowego, nie należący do grupy stanów własnych, można utworzyć przez superpozycję tych stanów, z pomocą ich kombinacji linijowej:

$$\psi = \sum_k c_k \psi_k \quad (5),$$

gdzie c_k oznacza współczynniki, które mogą być liczbami zespolonemi.

W przypadku, gdy stany własne tworzą szereg ciągły, zamiast sumy w (5) będziemy mieli całkę.

Jeśli teraz wykonamy nad układem znajdującym się w stanie (5) doświadczenie polegające na pomiarze obserwabli, której stany własne figurują w szeregu (5), to wynik nie będzie jednoznaczny, możemy bowiem otrzymać każdą z wartości odpowiadających stanom szeregu (5), przyczem prawdopodobieństwo otrzymania k -tej wartości własnej jest proporcjonalne (przy odpowiednim unormowaniu równej do $|c_k|^2$, gdzie nawias służy do oznaczenia wielkości bezwzględnej. Tylko to prawdopodobieństwo może być przewidziane i tu tkwi ów nie dający się usunąć indeterminizm, który stanowi jedną z cech znamienych mechaniki kwantowej.

Mówiliśmy o stanach i obserwablach jako realnościach fizycznych, zastanówmy się nad kwestją, jak się one wyrażają matematycznie. Do wyrażania stanu służy funkcja ψ : jaka jest jej natura matematyczna? Odpowiedź, której zrozumienie wymaga, niestety, znajomości schematu matematycznego mechaniki kwantów, brzmi: symbol ψ można rozpatrywać jako wektor w unitarnej przestrzeni Hilberta o ilości wymiarów nieskończenie wielkiej. Składowe wektorów w unitarnej przestrzeni wyrażają się liczbami zespolonemi. Tu powinniśmy odpowiedzieć na niechybnie nasuwający się zarzut: w jaki sposób, powiedzą nam, może pojęcie stanu, któremu przypisujemy realność, wyrażać się z pomocą liczb urojonych. Rzecz tłumaczy się swoistym charakterem ogólnych zależności w mechanice kwantów.

Symbole występujące w równaniach fizyki klasycznej, oznaczają wartości liczbowe tych lub innych wielkości fizycznych, jak np. długość, energia, pęd, potencjał elektryczny etc. Równania mechaniki kwantowej

należy rozpatrywać jako związki między samymi wielkościami, raczej ich wyrazami matematycznymi, nie zaś ich wartościami liczbowymi: takimi wyrazami matematycznymi realnych pojęć stanu i energii są w równaniach (2) i (3) symbole ψ_i i H .

Zrozumiałą jest rzeczą, że różnym wielkościom fizycznym odpowiadać będą niejednakowe utwory abstrakcyjne, jakich nam dostarcza analiza; przytem nie jest wcale koniecznem, ażeby te twory matematyczne były skonstruowane wyłącznie z liczb rzeczywistych.

Zwróćmy się znów do obserwabli. Mówiliśmy już, iż ich wyrazem matematycznym ogólnym jest operator linjowy działający na funkcję stanu ψ . W algebrze dowodzi się, iż operatorem tego rodzaju są równoważne macierze.

Obserwablom podporządkowujemy w mechanice kwantowej macierze specjalnego typu zwane macierzami hermitowskimi.

Zatem obrazem matematycznym wielkości mierzalnych w fizyce mają być macierze, do których nie stosuje się prawo przemienności. Z niemi we wzorach fizyki pojawiły się poraz pierwszy wielkości nieprzemienne.

Dodam jeszcze, że każdą macierz hermitowską można, z pomocą odpowiedniego przekształcenia unitarnego, sprowadzić do postaci przekątnej, w której wszystkie elementy różne od zera znajdują się na przekątnej. Otóż te elementy są wartościami własnymi macierzy i zarazem obserwabli, której wyrazem jest ta macierz.

Wektory unitarne i macierze hermitowskie, jako obrazy abstrakcyjne stanów i obserwabli nie mogą być użyte bezpośrednio do porównania z danymi liczbowymi uzyskanymi z pomiarów. Ale nietrudno, z pomocą metod jakie mechanika kwantów wskazuje, przejść od wzorów wiążących wielkości fizyczne, w znaczeniu objaśnionem, do zależności dostępnych sprawdzeniu doświadczalnemu między wartościami liczbowymi.

Jedną z obserwabli jest, jak wiemy, energia. W mechanice kwantowej odgrywa ona rolę wyróżnioną wśród innych obserwabli. Jak okazuje równanie (2), zmiana stanu układu w czasie zależy od energii, ściślej — od wyrażającej ją zazwyczaj funkcji *Hamiltona*.

Jeśli stany własne energetyczne układu tworzą szereg nieciągły, to zmiany stanu są „skokami kwantowymi”, raptownymi przejściami z jednego stanu do drugiego.

Elementy macierzy wyrażającej energję odpowiadają kombinacjom parami wszelkich możliwych stanów układu; skutkiem tego z równania (2) nie wynika, że układ, w danych warunkach, przejdzie do określonego innego stanu: ze swego stanu początkowego układ, w tych samych warunkach, może przejść do rozmaitych stanów końcowych, i równanie (2) daje

tylko możliwość wyczytać, jakie jest prawdopodobieństwo przejścia do oznaczonego stanu końcowego.

Ten stan rzeczy łącznie z tem, co mówiliśmy o wynikach pomiarów obserwabli, prowadzi do radykalnej przemiany w sposobie stawiania problemu poznania przyrody. Fizyka klasyczna szukała zawsze odpowiedzi na jedno z dwu pytań w stosunku do układu, znajdującego się w określonych warunkach: „jaką wartość ma dana wielkość fizyczna w tym układzie?” albo „jakiej zmianie ulegnie układ w oznaczonym czasie”. Mechanika kwantowa twierdzi, że te pytania są bezprzedmiotowe, natomiast przyroda udziela odpowiedzi na pytania następujące: „jakie są możliwe wartości danej wielkości?” albo „jakie są możliwe zmiany stanu układu i jakie jest prawdopodobieństwo tego, że w oznaczonym czasie zajdzie jedna z tych zmian?”.

Jak widzimy, indeterminizm jest założony w podstawach mechaniki kwantów: pytanie, co się stać musi, winno być na całym obszarze nauki o przyrodzie zastąpione przez pytanie, co się prawdopodobnie stanie.

Dalej jeszcze jedna własność wzoru (2), przetłumaczona na wyobrażenia konkretne, świadczy o swoistości stanowiska, jakie zajmuje nowa fizyka. Elementy macierzy przedstawiającej operator H łączą w sobie dwa stany własne układu, do którego równanie (2) stosujemy: jednym jest stan początkowy, drugim — jakikolwiek stan, który ma szanse urzeczywistnienia się (prawdopodobieństwo tej ewentualności jest proporcjonalne do kwadratu wartości liczbowej elementu odpowiadającego dwu rozpatrywanych stanom). Na mocy równań fizyki klasycznej, np. (1), przebieg zjawisk w przyszłości jest zdeterminowany przez warunki istniejące w chwili obecnej. Według zaś wzoru (2) zmiany, jakie mają nastąpić, są uzależnione od zespolenia (w elementach macierzy) stanu obecnego ze wszystkimi stanami możliwymi. Same zmiany nie są procesem rozwijającym się w sposób ciągły, lecz odbywają się skokami, każda z nich jest aktem niepodzielnym.

Jeśli teraz zwrócimy się do pojęć wytworzonych w życiu potocznym i pogłębionych przez filozofję, to znajdziemy cechę charakterystyczną zespolenia teraźniejszości z możliwościami przyszłości w pojęciu celowości. Z naciskiem tu jednak ostrzec należy przed zbyt pochopnem tworzeniem analogji: conajwyżej mówić można o pewnem pokrewieństwie pojęciowem.

W każdym razie na mocy przeprowadzonych rozważań ustrój atomowy jest czemś odmiennem od mechanizmu rozumianego w duchu fizyki klasycznej i zbliża się raczej do pojęcia organizmu.

Nie możemy, idąc dalej, pominąć kwestji narzucającej się każdemu, nawet nie-fizykowi. Jaka mianowicie rola przypada w mechanice kwantowej pojęciu cząstki materialnej, w szczególności elektronu i protonu,

z których, zgodnie z mocno już utrwalonemi wyobrażeniami, są zbudowane ciała przyrody?—(jaki jest ich stosunek do charakterystycznych dla tej nowej mechaniki pojęć stanu i obserwabli?). Zgóry powiem, że odpowiedź na to pytanie nie jest łatwa i kryją się tu jeszcze zagadnienia nierozwiązane.

Jedno wydaje się niewątpliwe, to mianowicie, że zadalibyśmy gwałt nie do zniesienia poczuciu rzeczywistości fizyka, gdybyśmy uznali elektron, proton, cząstkę α i t. p. za twory czysto abstrakcyjne.

Winniśmy utrzymać pojęcie o cząstkach materialnych, jako centrach działania skupionych w nadzwyczaj małych obszarach.

Jednakowoż potoczne wyobrażenie o cząstce jako o czymś posiadającym określone położenie i dynamiczne własności, np. pęd, musi być ograniczone przez zasadę niepewności Heisenberga. Nie będę zastanawiał się, z braku czasu, nad tą zasadą, tem bardziej, iż, w przeciwieństwie do innych swoistych pojęć i postulatów mechaniki kwantowej, jest ona szerzej znana i nawet spopularyzowana.

Należy odzwyczaić się od myślenia o elementarnych częściach składowych ciał, kierując się analogią z ciałami stałymi, które naszym zmysłom ukazują się jako wyraźnie wyodrębnione i zajmujące obszar niezmienny.

Nie zapominajmy, że podstawowa wielkość fizyczna, jaką jest stan dla każdego układu materialnego, ma rozciągłość nieograniczoną. W związku z tem nasuwa się uwaga dotycząca stanu swobodnej cząstki np. elektronu w ruchu. Tym stanem jest, jak wiadomo fala, de Broglie'go, która wszędzie ma natężenie jednakowe. Aktywność cząstki związana z natężeniem stanu byłaby rozproszona równomiernie w przestrzeni, co jest niezgodne zarówno z pojęciem cząstki, jak z doświadczeniem. Wobec tego należy fale de Broglie'go uważać za idealizację dogodną ze względu na prostotę, natomiast w rzeczywistości stan cząstki materialnej wyraża się ograniczoną paczką falową, czego zresztą wymaga także zasada niepewności.

Inaczej sprawa się kształtuje, gdy np. elektron wchodzi w skład takiego ustroju, jak atom chemiczny. Wtedy jego indywidualność, właściwa mu jako cząstce swobodnej, zatracą się prawie całkowicie w ustroju atomowym. Ten proces unicestwienia indywidualnego bytu występuje z całą jasnością w przypadku cząstek świetlnych, fotonów, gdy one ulegają absorpcji przez atomy. To samo, lubo w sposób mniej jaskrawy, dzieje się z elektronami: znów wymaga tego zasada niepewności. Ażeby głębiej w to wejrzeć, zwróćmy się jeszcze raz do równania (4) Schrödingera dla atomu wodorowego.

Od stanu atomowego, którego obrazem matematycznym jest funkcja ψ , zależą, jak wiemy, własności atomu, a więc możliwe wartości wszystkich

obserwabili. Charakter równania (4) wskazuje, iż niema w jego lewej części punktu osobliwego, któryby odpowiadał elektronowi; wyjątek stanowi środek zajęty przez proton. Funkcja stanu, wyrażająca normalny stan atomu wodorowego, jest kulisto symetryczna dokoła położenia protonu, gdzie natężenie stanu osiąga największość. Niema tu nic, co by przypominało elektron krążący po torze zamkniętym, przynajmniej w przybliżeniu. Zaznamy jednak, że w stanach pobudzonych atomu wodoru ślady orbit B o h r a jakby znajdują odbicie w rozkładzie natężeń stanu dokoła protonu. Dzięki temu model atomowy B o h r a oddawał usługi przy badaniach nad ustrojem atomów i w dalszym ciągu może być uważany za rodzaj grubego przybliżenia. W tem znaczeniu należy rozumieć wypowiedziane wyżej zdanie, że zatarcie indywidualności elektronów jest mniej jaskrawe, niż w przypadku fotonów. Emisję elektronów lub fotonów przez atomy jakiegokolwiek można rozpatrywać jako odszczepienie się od atomów, podczas zmian stanu, ustrojów prostszych mających charakter cząstek elementarnych, których stan wyraża się paczką falową.

W niezmiernie zwartem skupieniu protonowo-elektronowym, jakim jest jądro atomów, zanik elektronów jako jednostek strukturalnych wyraźnie odosobnionych jest znacznie dalej posunięty.

Własności statystyczne jądra zależą, jak się zdaje, tylko od protonów w jego skład wchodzących. Spin elektronowy jakby przestaje istnieć, niema bowiem śladów jego wpływu na własności jądra. Co więcej, nawet prawo zachowania energii zawodzi, gdy próbujemy je stosować do elektronów jądrowych.

Wypada tu zaznaczyć, iż zrozumienie skomplikowanych i uderzających własności jąder atomowych napotyka na duże trudności i wymaga, prawdopodobnie, rozszerzenia i uzupełnienia dotychczasowego schematu mechaniki kwantowej.

Z rozważań nad cząstkami elementarnymi wylania się wnioski, że układy atomowe są całościami, w pewnem znaczeniu niepodzielnymi: ustrój ich jest rządzony przez funkcję stanu ψ , którą z tego punktu widzenia nazywać można funkcją organizacyjną. Niema tu części tak wyraźnie wyodrębnionych i samodzielnych, jak w układach rządzonych prawami fizyki klasycznej.

To podporządkowanie części i pozbawienie ich znamion indywidualnych na rzecz całości jest drugą cechą, która uwidocznia charakter organizacyjny ustrojów atomowych i praw mechaniki kwantowej.

Szczególnie daleko odbiegają od wyobrażeń klasycznych prawa łączenia się ustrojów atomowych. Tej doniosłej kwestji możemy tu tylko dotknąć. Spróbujmy podejść do niej od strony matematycznej.

Stan układu wyraża się wektorem w przestrzeni unitarnej.

Przypuśćmy, iż mamy dwa układy, przestrzeń unitarna jednego posiada n , drugiego n' wymiarów. Niech te dwa układy połączą się; z równań podstawowych (2) lub (3) wynika, że stanom układu złożonego będzie odpowiadała przestrzeń unitarna o nn' wymiarach. To mnożenie ilości wymiarów sprawia, że rozmaitość stanów układu złożonego z dwu części jest o wiele większa od rozmaitości, jaką otrzyma się przez kombinacje stanów jednej części ze stanami drugiej.

Możemy ten stan rzeczy ująć w tezie głoszącej, że „całość jest czemś większym od sumy jej części”.

Wprawdzie rozmaitość stanów np. wieloelektronowego układu atomowego jest ograniczona przez tak zwany zakaz Pauliego dopuszczający tylko stany antisymetryczne, ale te ograniczenia ze swej strony uwydatniają takie cechy całości, które nie wypływają z własności części wziętych z osobna, np., gdy od jednoelektronowego atomu wodoru przejdziemy do dwuelektronowego atomu helu, będziemy mieli do czynienia z takimi cechami, jakich nie zapowiadają wcale własności samodzielnych elektronów: są to np. rezonans zamienny, wyłączenie stanów symetrycznych, przyczem winien być uwzględniony spin elektronowy. To, że całość rozporządza większym bogactwem możliwości, aniżeli jej części razem wzięte, stanowi trzecią i najgłębiej sięgającą cechę organicznego charakteru pojęć współczesnej fizyki.

Mój pobieżny przegląd pojęć wprowadzonych przez mechanikę kwantową jest zakończony. Chciałem przez ich zestawienie uwydatnić fakt, że myśl naukowa tworzy w chwili obecnej świat idei głęboko różniący się od tego świata, z którym żyła się od czasów powstania nauki nowożytnej.

Na ostatku zrobić pragnę krótką wycieczkę poza granice fizyki, w dziedzinę historii myśli ludzkiej. Celem moim jest poszukać odpowiedzi na pytanie, czy sposób patrzenia na przyrodę, jaki znajduje wyraz w mechanice kwantowej, jest zjawiskiem zupełnie nowym, czy przeciwnie, dadzą się uchwycić jakieś analogie wśród licznych prób rozwiązywania zagadek bytu.

Nasuwa się myśl, że, zanim nauka o przyrodzie w wieku XVII-ym znalazła otwartą do postępu drogę, mógł wcześniej powstać system pojęciowy, niezdolny początkowo do rozwoju, ale więcej zbliżony do dzisiejszych postulatów fizyki.

Człowiek przecież wyszedł z łona natury; czy zapas potocznego doświadczenia, jakim rozporządzano w chwili, gdy powstała nauka, nie wystarczał, aby w umyśle genialnego myśliciela ukształtować pojęcia z naturą rzeczy zgodne, lubo dalekie od doskonałości pod względem precyzji naukowej?

Taki system pojęciowy istnieje: znajdujemy go w metafizyce Arystotelesa — myśliciela, który więcej, niż ktokolwiek inny, może być uważany za pierwszego nauczyciela ludów, przodujących we współczesnej cywilizacji.

Brak czasu nie pozwala mi na bliższe uzasadnienie tej tezy: ograniczyć się muszę do króciutkich uwag.

W mechanice kwantowej pojęcie stanu uznaliśmy za podstawowe; otóż sędzę, iż można przeprowadzić analogję między niem i pojęciem formy, grającą najważniejszą rolę w Arystotelesowskim systemie.

Stan nie jest materją w znaczeniu tworzywa, z którego są zbudowane ciała przyrody: jego wyrazem matematycznym jest funkcja spełniająca równanie różniczkowe; z tego punktu widzenia stan jest jakby składnikiem pojęciowym rzeczy.

Z drugiej strony musieliśmy mu przypisać realność, ponieważ od niego zależą własności układów atomowych i procesy fizyczne sprowadzają się ostatecznie do zmian stanu, które są uzależnione od energii, jak to uwiidocznia równanie (2).

Zatem stan jest najściślej związany z aktywnością atomów.

Zobaczmy, jak Arystoteles określa formę. Według niego składnikami istotności rzeczy są materja i forma, przyczem poznawalna jest jedynie forma.

Forma jest składnikiem pojęciowym rzeczy. Ale nie należy stąd wnioskować, że jest ona składnikiem czysto idealnym; od niej zależy czynność rzeczy, naturę jej stanowi działanie, skutkiem czego Arystoteles ją łączy z pojęciem energii, jako wyrazem czynnego pierwiastka w rzeczach.

Jak widzimy, forma Arystotelesowska jest czemś innem, niż forma w znaczeniu potocznem i analogja z pojęciem stanu występuje wyraźnie. Ręka wyrzeźbiona w marmurze posiada, według tłumaczenia Arystotelesa, figurę, ale nie formę ręki realnej, ponieważ właściwych jej czynności wykonywać nie może.

Twierdzenie Arystotelesa, że część istnieje tylko potencjonalnie w całości, z której daje się wydobyć, nawiązuje do naszych wywodów, dotyczących zacierania się odrębności części przy tworzeniu się układów atomowych.

Arystoteles wprowadza obok formy materję, jako drugi składnik rzeczy, ich podłoże. Pierwotna materja pozbawiona formy nie da się ująć pojęciowo, jest więc nieokreślona. W mechanice kwantowej pojęcie stanu też wymaga uzupełnienia pojęciem materji czy tworzywa jako podłoża stanów. Ale dotychczas nie spotykamy nawet prób określenia tego pojęcia.

Te niespodziewane analogje, które można byłoby rozwinąć znacznie szerzej, tłumaczą się organicznym, że się tak wyrażę, charakterem myślenia

A r y s t o t e l e s a, którego pogląd na przyrodę kształtował się głównie na podstawie obserwacji nad tworam i żyjącymi, w przeciwieństwie do szkoły atomistów z D e m o k r y t e m na czele, którzy byli rzecznikami mechanistycznego poglądu. Jak wiemy, w nauce nowożytnej zatriumfował ten ostatni pogląd.

Przyczyna tego jest widoczna: do pojęć przypominających A r y s t o t e l e s o w s k i e spekulacje powracamy dopiero wtedy, gdy dotarliśmy do tajników świata atomowego: to zaś stało się nie wcześniej, niż zdołaliśmy naukowo zbadać i ująć matematycznie prawa zjawisk przyrody nieożywojnej zmysłom dostępnych. Do tego zaś celu pojęcia A r y s t o t e l e s a nie nadawały się zupełnie: przydatnymi okazały się grubsze pod względem filozoficznym poglądy atomistów. Nic więc dziwnego niema w tem, że próba A r y s t o t e l e s a zastosowania swej metafizyki do zrozumienia zjawisk fizycznych i astronomicznych sprowadziła odrazu jego myśl na manowce. Wyrok historii potępiający A r y s t o t e l e s o w s k ą fizykę nie podlega i teraz odwołaniu.

Jednakowoż, pojęty w znaczeniu czysto filozoficznym, nawrót współczesnej fizyki do idei metafizyki A r y s t o t e l e s a stanowi uderzający objaw, świadczy o nieśmiertelności wielkich tworców myśli ludzkiej i ciągłości jej dziejowego rozwoju.

Warszawa, 22.IX.1932.

TADEUSZ MALARSKI

(Lwów)

MARJAN SMOLUCHOWSKI*)

Wspomnienie w 15 rocznicę zgonu

D Z I E N 5 września 1917 roku przyniósł fizykom polskim, a wraz z nimi całej nauce naszej i społeczeństwu, nader tragiczną wieść — wieść o zgonie Marjana Smoluchowskiego.

Marjan Smoluchowski po ukończeniu jednej z najlepszych szkół średnich austriackich, Theresianum w Wiedniu, zapisuje się następnie na uniwersytet w tem mieście, który kończy w r. 1895. Studjował tu fizykę u Exnera i Stefana oraz rozczytywał się w pismach Ludwika Boltzmann'a, którego idee zapłodniły jego umysł na całe życie. Po uzyskaniu już w następnym roku stopnia doktora filozofji, w 23 roku życia, wyjeżdża na studia do Paryża, gdzie pracuje doświadczalnie w la-

*) Odczyt wygłoszony na VI Zjeździe Fizyków Polskich w Warszawie w dniu 30 września 1932 roku.

laboratorium Lippmanna w Sorbonie i słucha wykładów Hermite'a, Poincarégo i innych. Następnie pracuje przez rok w laboratorium Lorda Kelvina w Glasgowie i przez rok u Warburga w Berlinie. Po powrocie z tych studjów habilituje się z fizyki w uniwersytecie wiedeńskim, poczem przenosi habilitację do uniwersytetu Jana Kazimierza we Lwowie, gdzie zostają mu powierzone wykłady matematyki i fizyki teoretycznej po śmierci profesora Fajana. W roku 1900 zostaje mianowany profesorem nadzwyczajnym, w roku 1903 profesorem zwyczajnym fizyki teoretycznej.

Zjawiając się na gruncie lwowskim, posiada szereg prac naukowych zarówno doświadczalnych, jak i teoretycznych, oraz bardzo gruntowne przygotowanie naukowe, które nabył w pierwszorzędnym środowiskach naukowych Europy. We Lwowie, mimo zajęć związanych z prowadzeniem wykładów matematyki i fizyki teoretycznej i przygotowaniem ich, pracuje dalej, pracuje nieznużenie i w niedługim już czasie wzbija się na pierwsze szczeble sławy naukowej. Nie przeszkodziło mu w tem to — na co zwykło wielu narzekać — że nie posiadał nawet własnej pracowni naukowej, a korzystał tylko z urządzeń zakładu, którego kierownikiem był wówczas niedawno zmarły profesor Ignacy Zakrzewski. Należy tu podnieść na cześć i chwałę Ignacego Zakrzewskiego to, że w miarę środków jakie posiadał do dyspozycji, siedł zarówno Smoluchowskiemu jak i jego uczniom na rękę jak tylko mógł.

Chcąc poznać skalę pracy i zainteresowań Marjana Smoluchowskiego, wystarczy przejrzyć zbiór jego prac, wydany przez czcigodnego seniora fizyków polskich profesora Władysława Natanson'a i ś.p. profesora Jana Stocka, jak skromnie tytuł głosi na zlecenie *Polskiej Akademii Umiejętności w Krakowie*. Gdy bodaj przerzucimy tylko kartki tego trzytomowego zbioru jego prac, widzimy w nim taką rozmaitość zainteresowań, takie bogactwo myśli, że oczywiście mowy być nie może, by silić się tu na najkrótsze nawet omówienie tego, w tem krótkim wspomnieniu.

Z pośród szeregu prac wybiły się na pierwszy plan jego prace z dziedziny fizyki molekularnej i te właśnie rozgłosiły jego imię na świat cały. Wiedziony osobistą wdzięcznością za rozkosze duchowe jakich doznałem podczas słuchania jego wykładów w uniwersytecie lwowskim i przy studjowaniu tych jego przedewszystkiem prac, pragnę powiedzieć parę słów o jego sukcesach na tem właśnie polu. Mówili już wprawdzie i pisali o tych pracach fizycy nasi w chwili jego zgonu, od tego jednak czasu — z bólem to wyznać trzeba — niewielu tylko zajmują dziś w Polsce prace Smoluchowskiego. Tak przynajmniej wygląda to w naszej literaturze fizycznej. Z nazwiskiem Smoluchowskiego spotykamy się natomiast

ciągle w literaturze zagranicznej. Przekonałem się też z rozmów, że nasi fizycy najmłodszy często nie wiele wiedzą z tego, czego dokonał ten nasz niewątpliwie najwybitniejszy fizyk. Uważam więc, że dobrze będzie gdy przypomnę w niewielu bodaj słowach jego działalność i jego sukcesy w nauce światowej.

Z kilkudziesięciu rozpraw ściśle naukowych, pierwsze które zwróciły szczególniejszą na jego nazwisko uwagę, pochodzą z czasów jego pobytu we Lwowie. Są to rozprawy, w których wypracowuje on i uzupełnia idee swego mistrza duchowego *Ludwika Boltzmanna*. W pracach tych wykazuje on jednak taką samodzielność, taką bystrość, taką umiejętność w stawianiu zagadnień naukowych i ich rozwiązywaniu, że staje się wkrótce nieprześcignionym przedstawicielem molekularno - kinetycznego kierunku badań zjawisk przyrody. Pierwszą najważniejszą z tych jego prac jest praca p. t. „*Ueber Unregelmässigkeiten in der Verteilung von Gasmolekülen und deren Einfluss auf Entropie und Zustandsgleichung*“, ogłoszona w r. 1904 w *Boltzmann - Festschrift*. Stanowi ona wstęp do całego szeregu jego późniejszych publikacji i niejako program prac na przyszłość. Jego *teoria opalescencji gazów* w pobliżu stanu krytycznego, jego *teoria błękitu nieba*, którą zajmuje się do ostatnich chwil życia, jego *ujęcie wysłowienia zasady entropji*, to tylko rozwinięcie, dalszy ciąg zagadnień, które rzucił już w tej rozprawie.

Z czasów pobytu we Lwowie, pochodzi też sławna na cały świat jego *teoria kinetyczna ruchu Browna*, którą ogłosił współcześnie z *Einsteinem*. *Smoluchowski* analizuje jednak bardziej szczegółowo zjawisko, rozpatruje głębiej jego mechanizm niż *Einstein*. Ta piękna jego teoria budzi zachwyt powszechny. Była zaś tak precyzyjna, że wnioski z niej płynące potwierdzało jedno za drugim badanie doświadczalne.

Teoria wahań gęstości gazów i teoria ruchu Browna prowadzą *Smoluchowskiego* do zajęcia się *sprawą interpretacji drugiej zasady termodynamiki i sprawą granic jej ważności*. Jego prace p. t. „*Experimentell nachweisbare der üblichen Thermodynamik widersprechende Molekularphänomene*“ oraz „*Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie*“ spotykają się z najwyższym uznaniem.

Rok 1913 przynosi zmianę w życiu *Smoluchowskiego*. W maju tegoż roku zostaje, w myśl życzenia wyrażonego przed śmiercią przez *Augusta Witkowskiego*, powołany na katedrę fizyki doświadczalnej w Uniwersytecie Jagiellońskim. Inaczej być nie mogło. Środowisko, z którego wyszły sławne na świat cały prace nad skropleniem gazów, dokonane przez *Zygmunta Wróblewskiego* i *Karola Olszewskiego*, katedra na której tak wielkie zasługi położył dla na-



Marjan Smoluchowski

* 28.V.1872, † 5.IX.1917

uki fizyki polskiej August Witkowski, wymagały męża o takim nazwisku jakie posiadał w nauce światowej Smoluchowski.

Dostawszy do dyspozycji nowy zakład fizyczny, wybudowany i dobrze urządzony do pracy naukowej przez Witkowskiego, raduje się szczerze Smoluchowski zmianą zaszłą w jego życiu i zaczyna organizować pracę według swych zamysłów oraz skupiać koło siebie młodych pracowników. Zaledwie jednak zaczął pracę na nowej placówce wybuchła wielka wojna; zakład fizyczny zajmują mu na szpital wojskowy, a on sam jako

oficer rezerwy zostaje powołany do czynnej służby. Uwolniony po kilku miesiącach, za staraniami Uniwersytetu, od obowiązku pełnienia służby wojskowej, powraca do Krakowa i pracuje tu, pozbawiony pracowni, w nader trudnych warunkach, do ostatnich dni swego tak krótkiego, a tak owocnego życia.

Należy tu podnieść bardzo charakterystyczny dla jego umiłowania nauki fakt, że mimo powołania do służby wojskowej, nie ustaje w tak burzliwych czasach, w pracy naukowej. Z końca roku 1914 i początku roku 1915, w którym to czasie był w wojsku, oraz z czasu późniejszego, pochodzi cały szereg jego prac, które wynoszą jego imię na szczyty niebywalejszej sławy naukowej. Uniwersytet Jagielloński wyróżniając go za jego sławną i nader ożywioną działalność naukową wybiera go extra-tour rektorem. Dzień 5 września 1917 roku niweczy jednak wszelkie nadzieje jakie pokładała w nim nauka fizyki świata całego, dla nas zaś Polaków przysły wszelkie nadzieje jakie pokładaliśmy w nim na krakowskiej placówce.

Jak opłakiwaliśmy go nie tylko my Polacy, ale i obcy, niech zaświadcza o tem słowa Arnolda Sommerfelda³⁾ jednego z najwybitniejszych fizyków teoretycznych doby współczesnej, który pisał po zgonie Smoluchowskiego w te słowa: „Kto śledził błyskotliwą działalność Smoluchowskiego, ten widział w nim spadkobiercę Boltzmannaowskiego ducha traktowania przyrody. Jego imię będzie po wsze czasy związane z najnowszym rozmachem i postępami atomistyki. Został wyrwany z pełni najowocniejszej pracy. Nikt nie potrafi go zastąpić w jego pracy o specjalnym nastawieniu i natchnieniu“. I lata, które upłynęły od jego śmierci wykazały najlepiej, że Sommerfeld miał rację. Od czasu zgonu Smoluchowskiego prawie że zamarł kierunek tak owocnie przez niego uprawiany. Widzimy tylko powoływanie się na jego prace, odwoływanie się do nich na całej rozciągłości dzieł specjalnych. ale niczego nowego w sensie jego posunięć naukowych i jego rozmachu w pracy nie widać.

Smoluchowski wypowiedział się raz w ten sposób: „W sztuce, a zwłaszcza w literaturze, dyletantyzm nie stanowi przeszkody do osiągnięcia pierwszorzędných wyników. W nauce jest to niemożliwe, tu trzeba przechodzić długie lata trudnego, systematycznego studjum zanim wolno marzyć o pracy samodzielnej. Chcąc dojść do poważniejszych wyników trzeba duszę całkowicie zaprzedać nauce“.

Niechże zapamiętają sobie dobrze te słowa ci, którzy chcą się poświęcić pracy naukowej, a także i ci, którzy tak swobodnie, tak łatwo rozprawiają o pracach ludzi poświęcających się nauce, nie mając o tej pracy pojęcia. Wszystko jedno czy to będą laicy, czy ludzie piastujący przez przypadek wysokie stanowiska.

Na innym miejscu tego samego artykułu *) pisał znowu Smoluchowski tak: „Źródłem powodzenia i natchnienia w pracy naukowej są: pewna awanturniczość, odwaga w wypowiedaniu zdania, upór i zaufanie do samego siebie, pewne zaciętrzewienie w przedsięwzięciach, wogóle te cechy charakteru, które obserwujemy u chłopców bijących się na ulicy”.

Na pierwszą część powyżej przytoczonych jego poglądów zgodzi się oczywiście każdy, kto tylko zetknął się z pracą naukową, a udokumentowanie ich widzimy i na samym Smoluchowskim, który mimo to, że był człowiekiem fenomenalnych zdolności, doszedł do swych wspaniałych rezultatów naukowych tylko dzięki temu, że był równocześnie człowiekiem ogromnej pracowitości. Co do drugiej jednak części mogą paść zastrzeżenia. Jakto, może ktoś powiedzieć? Uczony, którego wyobrażamy sobie powszechnie jako wzór zrównoważenia i spokoju, ma być zaciętrzewionym, mieć cechy charakteru chłopców bijących się na ulicy? Że dziś, po wielkiej wojnie jest tak może w wielu przypadkach, to byłoby jeszcze zrozumiałe, ale że mógł tak pisać człowiek i to wybitny uczony w roku 1912, to conajmniej dziwne!

Nim przypatrzymy się Smoluchowskiemu w świetle tych jego słów własnych, dobrze będzie, dla uniknięcia niewłaściwego rozumienia tych jego słów, gdy scharakteryzujemy w paru zdaniach jego postać.

Otóż pamiętam go doskonale jako profesora Uniwersytetu Lwowskiego, gdzie miałem szczęście w latach 1906/07, 1907/08 i 1908/09 słuchać jego wykładów fizyki teoretycznej, a także z Lwowskiego Koła Fizyków przy Tow. im. Kopernika, którego był inicjatorem i jednym z założycieli, a przez szereg lat jednym z najczynniejszych członków. Muszę podkreślić, że budził w nas podziw z powodu swej niezwyklej skromności. Ale nie tylko w nas młodych wówczas adeptach nauk fizycznych, lecz także u swych kolegów z katedr uniwersyteckich, o czym nieraz mówiono. Bardzo pięknie zresztą pisze o tych jego cechach charakteru prof. W. Goettel w Kosmosie z roku 1917 we wspomnieniu pośmiertnym. Naogół można go określić jako człowieka, który posiadał skromność istotnie wielkich ludzi, takich, którzy nie potrzebują nadrabiać miną, sugestjonować frazesami, opowiadać o tem czego oni to już nie widzieli, czego nie robili, w towarzystwie jakich to wielkości się nie obracali, jak to zwyczajnie robią ci, którym daleko do wielkości. A iluż takich spotykamy na każdym kroku, zwłaszcza w czasach, w których żyjemy obecnie.

W krytykach łatwych, w uszczypliwych wycieczkach pod adresem innych badaczy był Marjan Smoluchowski nadzwyczajnie powściągliwy. W krytyce rzeczowej, przez swą swobodę rozumowania, przez

*) Kobiety w naukach ścisłych, zob. 1.

bystrość fenomenalną i erudycję niezwykłą we wszystkich niemal działach fizyki, był natomiast wprost druzgocący.

A jakżeż przedstawiają się teraz w odniesieniu do jego osoby sprawy z tym uporem, odwagą w wypowiedaniu zdania, pewną awanturniczością i t. d. ,które uważał jako źródło powodzenia i natchnienia w pracy naukowej?

Otóż wtedy, gdy większość uczonych zaczynała się odwracać od atomistyki i teorii kinetycznej materji i starała się zapomnieć o nich z powodu braku ich bezpośrednich dowodów doświadczalnych, gdy nawet chemicy, przedstawiciele nauki, która wyrosła na atomistyce starali się obejść bez niej, S m o l u c h o w s k i nie tylko trwa uparcie przy atomistyce, ale pracuje usilnie nad jej dalszym rozwojem i pogłębieniem i nabiera coraz to większej rutyny w fizyko-matematycznym traktowaniu zagadnień molekularnych. Wtedy, gdy Z s i g m o n d y i S i e d e n t o p f, nie ogłaszając tego świata pracowali nad zrealizowaniem zestawienia ultramikroskopowego, S m o l u c h o w s k i, mimo że jako nowo mianowany profesor zajęty był przygotowywaniem wykładów uniwersyteckich, co każdemu zajmuje normalnie wiele czasu, był pochłonięty zagadnieniami z fizyki molekularnej. Czyż trzeba na to lepszego dowodu jak ten, że gdy S i e d e n t o p f i Z s i g m o n d y ogłaszają *odkrycie ultramikroskopu* w r. 1903, to S m o l u c h o w s k i pisze swą sławną rozprawę do Boltzmann - Festschrift, (który ukazał się w r. 1904), w której wypowiada twierdzenia stojące w rażącej sprzeczności z uświęconą termodynamiką. Gdyby S m o l u c h o w s k i był wygłosił twierdzenia zawarte w tej rozprawie na jakiś czas przed wynalezieniem ultramikroskopu, byłby na pewne okrzyczany za fantastę, za burzyciela jaknajśilniej przez doświadczenie ugruntowanych zasad, za takiego, który wznawia fantazję snute przez J. C. M a x w e l l a i L u d w i k a B o l t z m a n n a, mimo że wszelkie wysiłki udowodnienia ich na drodze doświadczalnej spełzły na niczem. Wynalezienie ultramikroskopu zmusiło jednak przeciwników teorii kinetycznej do kompletnej kapitulacji. Rewelacyjne twierdzenia S m o l u c h o w s k i e g o nie tylko nie zostały zaatakowane, ale przeciwnie, spotkały się z najwyższym uznaniem.

S m o l u c h o w s k i e m u nie wystarczały jednak same rozważania teoretyczne. Należał on do tych — jak to pisał w P o r a d n i k u d l a S a m o u k ó w — którzy z lekkim sercem porzucają tradycją uświęcone dogmaty, ale — dodam od siebie — i do tych, którzy dążą do tego, by teorię i wnioski z niej płynące ugruntować możliwie jaknajsolidniej przy pomocy doświadczenia. Gdy opublikował w r. 1904 twierdzenie o nieregularnościach w rozkładzie molekuł gazowych, wskazał następnie, że zjawiskiem które zdradza te nieregularności jest zjawisko opalizowania gazów w po-

blizu stanu krytycznego. Opracowując teorię tego zjawiska, wykazuje słusność swego przypuszczenia i wyjaśnia w ten sposób przyczynę zjawiska, które obserwowano zawsze przy skraplaniu gazów, a nie wiadano skąd ono pochodzi. Ale i to nie wystarcza mu. Poszukuje zjawiska, które zdradzałoby te wahania gęstości nie w tak wyjątkowych warunkach, jakie istnieją przy skraplaniu gazów. Umysł jego pracuje nad tem do końca życia. Gdy nasunęło mu się pytanie, czy zjawiskiem takim nie jest błękit nieba, zjawisko codziennych naszych obserwacji, nie daje za wygraną, dopóki tego nie rozstrzygnie. Będąc jednak badaczem ostrożnym, łączy najpierw swą teorię wahań gęstości ze znaną teorią błękitu nieba *L o r d a R a y l e i g h'a*, następnie modyfikuje teorię i dochodzi do wniosku, że ziarnistość struktury powietrza, jaka powstaje na skutek wahań gęstości w elementarnych przestrzeniach, powinna już wystarczyć do wystąpienia błękitu. Aby się przekonać czy tak jest istotnie wykonuje doświadczenie, które daje mu pozytywny rezultat i potwierdzenie jego teoretycznych rozważań. To ostatnie doświadczenie jego życia, w którym *zrealizował za pomocą bardzo prostych urządzeń błękit nieba w pracowni*, jest pierwszym i jedynym w tym rodzaju doświadczeniem w historii fizyki do tego czasu. Wykonał je zaś tak prostymi środkami i w tak prymitywnych warunkach pracy, jakgdyby chciał udowodnić to, co zwykle mawiał „*że przecież zwyczajnie do badań doświadczalnych we fizyce nie trzeba kosztownych środków*“.²⁾ Tak, to prawda, ale do tego trzeba takich, jakim był *S m o l u c h o w s k i*.

Jego zapatrzenie w teorię kinetyczną i jego wytężone prace nad nią dały mu potężny aparat badawczy. Dzięki niemu wypracował on swą teorię wahań gęstości gazu, wskazał na szereg zjawisk molekularnych dających efekty sprzeczne z drugą zasadą termodynamiki, wypracował teorię ruchów Browna, nauczył nas jak ostatecznie rozumieć i wysławiać należy drugą zasadę termodynamiki i t. d. i t. d.

Wielkie uznanie zyskały też jego badania teoretyczne nad zjawiskami dyfuzji, przez nadzwyczajną subtelność dociekań i przez wnioski, które z tych badań wysnuł. Szczególnie ważnym dla nauki rezultatem tych jego dociekań jest wyjaśnienie, w jaki sposób traktować należy sprawę odwracalności i nieodwracalności zjawisk w przyrodzie. Rezultaty tych badań były znowu rewelacyjne. *S m o l u c h o w s k i* oparłszy się na spostrzeżeniach *S v e d b e r g a* nad roztworem koloidalnym złota wykazuje na tym materiale doświadczalnym, w sposób ścisły i nad wyraz przekonujący, że zjawiska które zwykliśmy uważać za zjawiska typowo nieodwracalne, są w istocie odwracalne i wykazuje, że to iż wydają się nam one nieodwracalnemi, pochodzi tylko z powodu krótkości naszego życia,

w ciągu którego zjawiska obserwujemy. Ktoś żyjący miljardy lat oceniałby te rzeczy zgoła inaczej, niż my je oceniamy. Widząc pewne zjawisko nieodwracalnym, jesteśmy — powiada Smoluchowski — w naszej krótkowzroczności podobni do owych kwiatów, które budząc się na wiosnę i żyjąc krótko, uważają zapewne za dogmat to, że klimat wszechświata przechodzi ustawicznie z zimniejszego w cieplejszy. Jakże wspaniały jest ten rezultat wyciągnięty z rozważań Smoluchowskiego nad zachowaniem się drobnych zawieszin w cieczy, widzianych w polu widzenia ultramikroskopu, dla naszych ludzkich poczynań.

Z drugiej strony, przy niezwyklej rozmachu, zastanawiająca była ostrożność i powściągliwość Smoluchowskiego w wypowiedaniu twierdzeń, o ile nie znalazł dla ich poparcia jaknajgruntowniejszego uzasadnienia. Gdy znaleźli się uczeni, którzy wypowiadali się w ten sposób, że ruch Browna daje podstawę do obalenia drugiej zasady termodynamiki, Smoluchowski zajął w tej sprawie stanowisko wyczekujące, dopóki nie zbadał rzeczy wszechstronnie. Rozpatrzywszy jednak rzeczy ze wszystkich stron, wykazuje, że jest to tylko pozorne, że tylko powierzchownie sądząc można tak mówić. Wykazuje, że twierdzenie, iż ruch Browna daje podstawę do zrealizowania perpetuum mobile drugiego rodzaju jest nieślusne, że zjawiska molekularne nie dają podstawy do obalenia drugiej zasady termodynamiki. Ktoś chcący zyskiwać pracę użyteczną przy pomocy ruchu Browna byłby podobny do gracza, który przystępując do gry hazardowej spodziewałby się ciągnąć z tej gry zyski, w tym sensie, że każda godzina gry przynosiłaby mu stały dochód.

Jego rozważania, dowody, subtelność ujęcia rzeczy, ostateczne sprecyzowanie wysławiania drugiej zasady termodynamiki, zwrócenie uwagi na to, że twierdzenie o niemożliwości zbudowania perpetuum mobile drugiego rodzaju nie może być uważane za jednoznaczne z twierdzeniem o entropji, nie mają sobie równych w całej literaturze fizycznej świata. Prawda, że już Boltzmann podał w zasadzie molekularno - kinetyczną interpretację drugiej zasady termodynamiki, Smoluchowski ukoronował jednak te rzeczy opierając się na rozważaniach mających za fundament doświadczenie i wyśłowił je, rzecz można, w formie ostatecznej. W jego dopiero ujęciu doczekało się ostatecznego sprecyzowania to, z czym nikt nie mógł sobie dać rady od czasów Sadi Carnota.

A teraz kilka słów o jego wystęпах naukowych.

W kwietniu 1913 roku zostaje Smoluchowski zaproszony przez Zarząd Fundacji Wolfskehl'a w Getyndze na jednego z sześciu prelegentów do cyklu wykładów z teorii kinetycznej, wykładając

w gronie takich powag naukowych świata fizycznego jak Max Planck, Debye, Nernst, Sommerfeld i H. A. Lorentz, co wskazuje na jego niezwykle wyróżnienie.

W lipcu 1916 roku zaproszony przez Zarząd tej samej fundacji wygłasza w Getyndze swe sławne *trzy wykłady o koloidach*, w których daje przegląd swych dawniejszych badań nad ruchami molekularnymi Browna i nad zjawiskami dyfuzji, poczem rozstrzyga cały szereg rozważań uzupełniających. Wykłada też wtedy swą *teorię koagulacji roztworów koloidalnych*, cytowaną dziś powszechnie w dziełach traktujących o fizyce i chemii koloidów, którą właśnie w tym czasie wypracował na prośbę pierwszej powagi świata w tej dziedzinie R. Zsigmondy'ego. Zadziwiająca jest szybkość, z jaką załatwił się Smoluchowski z prośbą Zsigmondy'ego. Zsigmondy zwrócił się do niego w tej sprawie w lutym 1916 roku, a już w lipcu tego samego roku miał Smoluchowski teorię gotową i referował ją w Getyndze. Zsigmondy pisze o tem w 12 tomie *Zeitschrift für physikalische Chemie* z roku 1918 w tych słowach: Smoluchowski nie tylko z całą gotowością uczynił zadość memu życzeniu, ale wybiegając daleko poza nie rozwinął teorię koagulacji, która stanowić będzie jedną z najważniejszych podstaw przyszłych badań na tem polu fizyki i chemii koloidów. Sommerfeld w tych znowu słowach oceniał te jego prace: „W ostatnich latach życia zajmował się Smoluchowski z wielką energją fizyką koloidów. Tu mógł on uruchomić cały swój *statystyczny sposób myślenia*. Stosując ogólnie nowe hipotezy — podwójne warstwy elektryczne, opór lepkości przy koagulacji — dochodzi do szczegółów, które potwierdza doświadczenie. Obszerną literaturę chemii koloidów opanował zupełnie. Nadto był w styczności naukowej z Zsigmondym, który dostosował swoje pomiary do zagadnień stawianych przez Smoluchowskiego”.

Kto chce poznać całokształt działalności Marjana Smoluchowskiego na polu fizyki molekularnej niech przestudjuje przede wszystkim jego rozprawy: „*Experimentell nachweisbare der üblichen Thermodynamik widersprechende Molekularphänomene*“, „*Göttinger Vorträge über kinetische Theorie der Materie und Elektrizität*“, „*Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie*“, „*Ueber gewisse Mängel in der Begründung des Entropiesatzes und der Boltzmannschen Grundgleichung in der kinetischen Gastheorie*“ oraz „*Drei Vorträge über Diffusion, Brownsche Molekularbewegung und Koagulation von Kolloidteilchen*“.

Zasługi Smoluchowskiego dla nauki wybiegają jednak daleko poza to, co zdołaliśmy w najkrótszych słowach powyżej przytoczyć. Bardzo ważne pozostaną dla nauki jego prace nad przewodnictwem cieplnem

gazów rozrzedzonych, jego wyjaśnienie zjawiska skoku temperatury przy ścianie naczynia, jego teoria elektroosmozy przez porowate diafragmy, stanowiąca rozszerzenie teorii Helmholtza i t. d. i t. d. Niezapomniany dla nauki światowej pozostanie też jego trud *zestawienia badań nad t. z. zjawiskami elektrokinetycznymi* t. j. nad elektroosmozą, elektroforezą, potencjałem przepływu i zjawiskami pokrewnymi, który znajduje się w Gratz'a Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus z r. 1914. Zestawia on tam z podziw budzącą skrupulatnością i drobiazgowością wszystko to, czego do tego czasu dokonano w tej dziedzinie, zarówno ze strony teoretycznej jak i doświadczalnej oraz dyskutuje z zadziwiającą przenikliwością poglądy i teorie szeregu badaczy dotyczące koncepcji podwójnej warstwy elektrycznej, wpływu elektrolitów na potencjał elektrokinetyczny i t. d. Skłaniając się do teorii Gouy'a przestrzennej okładki podwójnej warstwy elektrycznej, szkicuje jak należy sobie wyobrażać *przebieg potencjału elektrycznego między ścianą i wnętrzem cieczy* i podaje po raz pierwszy odróżnienie pojęcia *potencjału elektrokinetycznego* od t. z. *potencjału Nernsta*, które zostaje następnie podjęte przez H. Freundlicha i do dziś w tej samej postaci utrzymuje się w nauce o zjawiskach elektrokinetycznych. Rozpatrzywszy całość kształt materiału doświadczalnego i teoretycznego wypowiada się w ostatnim dyskusyjnym ustępie w ten sposób, iż widzi konieczność uzupełnienia teorii Helmholtza przez teorię jonową. Píše mianowicie, że teoria Helmholtza to tylko teoria prowizoryczna, która formalne prawa doskonale objaśnia. Przewiduje więc rozwój tej nauki w tym kierunku, w którym ona idzie obecnie w pracach Chapmana, Hertzfelda, Sterna, Debye'a i Hückela, Gyemanta. Podziw budzi, jak i w tej dziedzinie był Smoluchowski przenikliwy. Jego rozważania, wywody, wzory matematyczne ciągle jeszcze zajmują badaczy. W związku z nimi wykonano i wykonują ciągle różni badacze prace naukowe. Kto chciałby się przekonać o tem, niech przełądnie ostatnie tomy np. *Kolloid - Zeitschrift i Kolloidchemische Beihefte*.

Poza działalnością naukową nie żałował Smoluchowski czasu na informowanie szerszych kół inteligencji o różnych zagadnieniach i pracach wykonywanych w dziedzinie fizyki, wygłaszając liczne odczyty i pisząc szeregi artykułów popularno - naukowych, w których zachęcał do studiowania i pogłębiania fizyki. Bardzo leżały mu też na sercu sprawy nauczania fizyki w polskiej szkole, a jak mu leżały, najlepszy dowód w tem, że w czasach swej najżywszej działalności naukowej nie zawahał się podjąć trudu napisania podręcznika p. t. *Poradnik dla Samouków*, w który włożył olbrzymi nakład pracy. „Całość tego dzieła — pisał Tadeusz Godlewski — jest w swej konstrukcji tak jednolita, w przeprowa-

dzeniu planu tak oryginalna, a w treści tak bogata, iż śmiało rzec możemy, że dzieła w tym rodzaju i na tym poziomie nie ma żadna literatura światowa i że pozostanie ono na zawsze dla polskiego piśmiennictwa dydaktyczno-naukowego prawdziwą chlubą". W podręczniku tym, który mem zdaniem winien mieć w swej podręcznej bibliotece każdy nauczyciel fizyki, znajdujemy np. takie charakterystyczne zdania dotyczące sprawy nauczania fizyki (str. 64): „Niema nic bardziej przeciwnego duchowi nauk przyrodniczych, nic bardziej bezsensownego niż pamięciowe uczenie się ich z książek. Lepiej żeby nauczyciel wcale nie uczył fizyki, niż żeby uczył jej dogmatycznie, czysto książkowo, żeby zadawał pewne ustępy do wyuczenia się i wymagał pamięciowego ich recytowania. Taki sposób, znajdujący zastosowanie w filologii i historii, zasługuje wprost na miano ogłupiania, jeżeli zostaje przeniesiony na nauki przyrodnicze, gdyż tylko zabija wrodzone zdolności ucznia do samodzielnego obserwowania zjawisk fizycznych i rozumowania o nich; zamiast pobudzać jego ciekawość, ułatwiać mu rozumienie i przyswojenie sobie materiału naukowego, przytłacza jego umysł niestrawnym dogmatycznym balastem".

Ku niezmiernej radości trzeba podnieść, że te myśli Smoluchowskiego zostają stopniowo w polskiej szkole naszego odrodzonego Państwa powoli wprowadzane w czyn. Widzi się to, gdy zwiedza się niektóre nasze szkoły dzisiejsze i bywa na niektórych lekcjach. Niestety nie może to być dziś jeszcze tak przeprowadzone jak zamierzono, a to bardziej z powodu braku odpowiedniej liczby dostatecznie kwalifikowanych i rutynowanych sił nauczycielskich i wizytatorskich, niż z powodu środków materialnych. Zdaje mi się jednak że jesteśmy w tym względzie na dobrej drodze i że niedaleka już przyszłość da jaknajlepsze rezultaty.

Bardzo interesujące było też ustosunkowanie się Smoluchowskiego do tak zwanej literatury popularno - naukowej, tak często lekceważonej przez fizyków fachowców. „Fachowiec specjalista — pisał on — jest skłonny do pogardzania tym rodzajem literatury i jej czytelnikami. Nieśluszenie. Zapewne on sam w innych naukach odgrywa podobną rolę. To też np. w Anglii najwybitniejsi uczeni nie wahali się poświęcić swego czasu i swoich sił popularyzacji wiedzy, a książki wydane przez nich są wzorem tego rodzaju literatury. Wszak to jest mniemanie błędne, że do pisania literatury popularno - naukowej wystarczy powierzchowna znajomość przedmiotu".

I tak, te jego uwagi rozliczne, niezwykle cenne i głębokie, możnaby przytaczać niemal bez końca, wybierając je jako perły z jego prac naukowych i artykułów.

Zgłaszając na VI Zjazd Fizyków Polskich odczyt niniejszy, chciałem przypomnieć niezwykłą postać Marjana Smoluchowskiego i je-

go prace oraz jego zasługi dla nauki wogóle, a dla nauki polskiej w szczególności. A już najgorętszym pragnieniem mojem było pomówić o jego pracach i zasługach przede wszystkim w obecności fizyków najmłodszych, bo niejednen, z tego powodu, że kierunek przez Smoluchowskiego uprawiany nie jest dzisiaj modny, może już nawet nie wie, że mieliśmy tak wielkiego uczonego, który sławił imię Polski na świat cały, wtedy, gdy o nas albo nie wiedzano, albo raczej wiedzieć nie chciano. Nie był on jedyny, to wiadomo, ale niewątpliwie był z pośród fizyków naszych za wszystkie czasy najwybitniejszy i o najgłośniejszem w świecie nazwisku.

Dla pragnących się zapoznać bardziej szczegółowo z pracami, działalnością i charakterystyką Marjana Smoluchowskiego jako uczonego i człowieka podaję następującą literaturę:

1. *Pisma Marjana Smoluchowskiego*. 3 tomy. Z polecenia Polskiej Akademii Umiejętności, zgromadzone i wydane przez Władysława Natansona i Jana Stocka. Z portretem i życiorysem. 1924 r.

2. Tadeusz Godlewski, Marjan Smoluchowski, jego życie i działalność naukowa. Znajduje się tu portret Smoluchowskiego i kompletny spis jego publikacji.

3. A. Sommerfeld: Zum Andenken an Marian von Smoluchowski *Physikalische Zeitschrift*, tom 18 (1917 r.) str. 28. Zwięzła, głęboko ujęta i bardzo trafna charakterystyka Smoluchowskiego jako uczonego i człowieka.

4. A. Einstein: Marian v. Smoluchowski. *Die Naturwissenschaften*, tom 5 (1917 r.). Warto przeczytać co pisze o Smoluchowskim współtwórca teorii ruchów Browna.

5. R. Lorenz: M. von Smoluchowski und sein Lebenswerk. *Jahresbericht des Physikalischen Vereins 1917/18*. Entuzjastycznie napisany artykuł o osobie Smoluchowskiego i jego zasługach dla nauki.

6. W *Kosmosie* z roku 1917 mamy zebrane na str. 193 i dalszych przemówienia o życiu, pracach i działalności naukowej śp. M. Smoluchowskiego, które wygłosili I. Morozewicz, St. Loria, A. Gałęcki i W. Goetel w Krakowie, a St. Sokołowski, Konstanty i Ignacy Zakrzewscy we Lwowie, na posiedzeniach Polskiego Towarzystwa im. Kopernika, zwołanych ku uczczeniu jego pamięci. Warto je wszystkie przeczytać, aby się jeszcze i z innych stron zapoznać z jego osobistością.

7. T. MalarSKI: W dziesiątą rocznicę zgonu Marjana Smoluchowskiego, gdzie omówiłem niektóre z zagadnień, które były przedmiotem jego zainteresowań. Zob. *Kosmos B*, tom 52 z roku 1927.

8. Kto chce się zapoznać jeszcze bliżej z wartością prac Smoluchowskiego dla nauki niech zaglądnie np. do książek: R. Zsigmondy, *Kolloidchemie*; H. Freundlich, *Kapillarchemie*; The Svedberg, *Colloid Chemistry*; Jean Perrin *Les Atomes*.

III. Zakład Fizyki Politechniki Lwowskiej, we wrześniu 1932 roku.

KRONIKA

VI. ZJAZD FIZYKÓW POLSKICH

W dniach 29 września do 2 października b. r. odbył się w Warszawie szósty z kolei Zjazd Fizyków Polskich, a poraz drugi w stolicy. Podobnie, jak i w sprawozdaniu z V. Zjazdu w Poznaniu („Mathesis Polska”, t. V p. 148—153) możemy ponownie stwierdzić znaczny postęp w rozwoju badań fizycznych w Polsce. Rozwój ten znajduje swe odzwierciedlenie w przeszło 120 referatach, przedstawionych na Zjazd, gdy w Poznaniu przedstawiono niespełna 90. Oczywiście, że te arytmetyczne rezultaty nie mówią jeszcze o głębi i doniosłości dokonywanych badań, świadczą jednak niezbitie o wciąż szerszym ich korcyce.

Obrady Zjazdu odbywały się w sekcjach: dwu naukowych oraz sekcji dydaktycznej. Podział na dwie sekcje naukowe był wywołany względami czysto lokalowymi, bowiem wobec obfitości materiału sekcje te obradowały jednocześnie. Zresztą bogactwo materiału zmusiło do zmiany oficjalnego programu, powstała bowiem konieczność utworzenia jeszcze oddzielnej sekcji, specjalnie poświęconej fizyce teoretycznej. Poza referatami specjalnemi warto podkreślić szereg odczytów ogólnych, które są zawsze ulepszeniem i szczególną atrakcją wszelkiego rodzaju zjazdów. Wygłoszono odczyty następujące: prof. Cz. Białobrzeski (Warszawa): „Interpretacja fizyczna mechaniki kwantów”,¹⁾ prof. T. Małarski (Lwów): „Marjan Smoluchowski. Wspomnienie w 15 rocznicę zgonu”,¹⁾ prof. J. Patkowski (Wilno): „Widma pasmowe chlorowców”, prof. L. Wertenstein (Warszawa): „Postępy fizyki jądra”, prof. K. Zakrzewski (Kraków): „O polaryzacji dielektrycznej pierwiastków” oraz prof. M. Wolfke: (Warszawa): „Fizyka a technika”. Odczyt wstępny na otwarcie Zjazdu wygłosił prof. A. Rubinowicz (Lwów), mówiąc o losach poglądów teoretycznych w fizyce. Poza tem doc. W. Kapuściński na jednym z posiedzeń ogólnych wygłosił wspomnienie po ś. p. dr. H. Jeżewskim oraz prof. Z. Klemensiewicz (Lwów) — wspomnienie po ś. p. prof. J. Zakrzewskim.

Jak zwykle, przedstawione prace rozpadały się na poszczególne szkoły, w obrębie których były wykonywane. Ogrom materiału nie pozwala na omówienie każdego referatu z osobna, tembardziej, że, jak zaznaczyliśmy, posiedzenia sekcji odbywały się jednocześnie, referent więc nie miał możności uczestniczenia we wszystkich posiedzeniach. Damy więc raczej krótką charakterystykę kierunków, uprawianych w poszczególnych instytucjach badawczych.

Na pierwszym miejscu należy wymienić *Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniw. Warsz.*, który nadal prowadzi planowe badania w dziedzinie optycznego wzbudzenia promieniowania. W tej dziedzinie zakład prof. S. Pieńkowskiego przoduje zresztą i poza granicami kraju. Referaty z wykonanych bądź będących jeszcze w toku badań przedstawili przeważnie młodzi pracownicy Zakładu. Oto parę referowanych tematów: polaryzacja fluorescencji pary kadmu, fluorescencja cząsteczek, świecenie opóźnione w dwutlenku węgla, serie rezonansowe pary bizmutu, promieniowanie rezonansowe nadfioletowej trójki manganu, pochłanianie zielonej linii rtęci przez parę telluru i jodu, świecenie opóźnione w dwutlenku węgla etc. etc. Z prac tych specjalnie wyróżnić należy wykonane przez p. A. Jabłońskiego, który z pobytu w Berlinie w laboratorium znakomitego fizyka P. Pringsheima przywiózł bardzo poważny „bagaż” naukowy. W referacie: „O fluorescencji D pary sodu”, p. Jabłoński przedstawił

¹⁾ Odczyty te znajdują Czytelnicy w zeszycie niniejszym.

swe badania wykonane wspólnie z Prigsheimem w Berlinie, fluorescencji D, obserwowanej w ciśnieniach wyższych, niż te, przy których występuje zwykłe promieniowanie rezonansowe sodu. W następnym referacie p. Jabłoński przedstawił swe własne już badania, dotyczące powstawania szerokich pasm absorpcji i fluorescencji w roztworach barwników. Praca ta, mająca charakter teoretyczny, podaje uogólnienie zasady Francka-Condon na układy o wielu stopniach swobody. Była to jedna z piękniejszych prac z pośród zreferowanych na Zjeździe. W trzecim swym referacie p. Jabłoński mówił o nowej swej pracy, w której wyznaczył wydajność fluorescencji roztworów fluoresceiny wzbudzonej w dziedzinie antistokesowskiej.

Poza wymienioną dziedziną wykonywane są w tym Zakładzie prace również z innych dziedzin fizyki, a mianowicie badania w dziedzinie zjawiska Ramana, badania nad budową krystaliczną drzewa (nad temi zagadnieniami pracuje m. inn. kierownik Zakładu prof. S. Pieńkowski) i t. d.

Przy tej okazji wymienimy pracę o widmach ramanowskich naftalenu i jego pochodnych, przedstawioną przez prof. Ziemeckiego a wykonaną w Zakładzie Fizycznym Państw. Szkoły Budowy Maszyn im. Wawelberga i Rotwanda.

Specjalną jednostkę badawczą stanowi na Uniw. Warsz. *Zakład Fizyki Teoretycznej*, pozostający pod kierunkiem prof. Cz. Białobrzeskiego¹⁾. Zakład ten łączy badania doświadczalne z pracami teoretycznymi. Na czele wymienić tu należy p. S. Mrozowskiego, który przedstawił 5 prac, na tematy, związane z nadsubtelną budową prążków widmowych. („Uwagi o czasie świecenia w multipletach”, „Nadsubtelna

budowa linii rezonansowej rtęci 2537 Å”, „Zjawiska zderzeniowe, występujące przy optycznym wzbudzeniu różnych izotopów rtęci”, „O anomalii Randalla-Richtera w liniach rtęci 2³S₁ — 2³P₀₁₂” oraz „Nadsubtelna budowa pasm wodorku rtęci”). Prace pozostałych pracowników tego Zakładu dotyczyły różnych zagadnień, a więc zjawiska Ramana (S. Rafałowski: „O pasmach ramanowskich wody”), promieniowania kosmicznego (F. Liana: „Pomiary natężenia promieniowania kosmicznego zapomocą komory ekspansyjnej C. T. R. Wilsona) etc.

Zwarta jednostkę stanowi również *Zakład Radiologiczny Tow. Naukowego Warszawskiego*, pozostający pod kierunkiem prof. L. Wertensteina. Zakład ten przedstawił 6 prac na tematy następujące: prężność pary radonu, o wydajności odskoku beta, o zanikaniu ugrupowań promieniotwórczych przez zawiesiny wskutek absorpcji, o pewnym przykładzie ruchliwości atomów promieniotwórczych na powierzchni ciał stałych oraz przyczynek do znajomości dyfuzji w gazach bardzo rozrzedzonych.

Z pośród szeregu prac, przedstawionych przez ośrodek lwowski (uniwersytet i politechnika) wyróżnić należy badania wykonane w *Zakładzie Fizycznym i Politechniki Lwowskiej* przez prof. Z. Klemensiewicza z udziałem W. Lewickiego a dotyczące promieniotwórczości lantanu i ytru. Praca ta, która pozostaje w związku z badaniami prowadzonymi przez prof. W. Świętosławskiego oraz A. Dorabialską w Zakładzie Chemii Fizycznej Politechniki Warszawskiej wzbudziła sensację oraz wywołała ożywioną dyskusję. Chodzi bowiem o to, że stwierdzony przez p. A. Dorabialską efekt kalorymetryczny lantanu, ytru i skandu każe się spodziewać u tych ciał promieniowania. Prof. Z. Klemensiewicz podjął więc próby, które miały wykazać promieniotwórczość tych pierwiastków. Doświadczenia prowadzone dwiema metodami zdają się wskazywać na istnienie słabego promieniowania. W dyskusji głównym oponentem był prof. L. Wertenstein. Doniosłość otrzymywanych wyników każe się odnosić

¹⁾ Zakład Fizyki Teoret. Uniw. Warsz. wszedł obecnie w nową fazę rozwoju po przeniesieniu się do nowego lokalu przy ul. Oczerki 3.

zresztą z należnym w tego rodzaju przypadkach krytycyzmem, zwłaszcza, że otrzymany efekt promieniotwórczy był bardzo słaby.

Ośrodek krakowski, a więc zarówno *Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniw. Jagiellońskiego*, jak i *Zakład Fizyczny Akademii Górniczej*, zajmują się przeważnie badaniami, dotyczącymi stałej dielektrycznej. Oto tytuły referowanych prac: polaryzacja dielektryczna roztworów siarki w dwusiarczku węgla, polaryzacja dielektryczna ciekłego fosforu, o stałej dielektrycznej ciekłego jodu.

Ten sam kierunek badań uprawia jeszcze p. A. Piekara, pracujący naukowo w Gimnazjum w Rydzynie. Dr. Piekara przedstawił 3 prace, przyczem jedną wykonał wspólnie z Dr. J. Mazurem.

Kierunek zbliżony do panującego w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej Uniw. Warsz. panuje w *ośrodku wileńskim*. Uprawiane tematy dotyczą zjawiska fotoelektrycznego, wyznaczania stałych optycznych w nadfiolecie (Zakład Fizyczny I) oraz badania widm absorbcyjnych (Zakład Fizyczny II).

Na *Uniwersytecie Poznańskim* kontynuowane są przez prof. S. Kalandyka oraz T. Tucholskiego badania zjawisk fizycznych, zachodzących przy eksplozjach materjałów wybuchowych.

O ile na zjazdach dotychczasowych fizyka teoretyczna nie odgrywała żadnej wybitniejszej roli, o tyle po raz pierwszy sekcja fizyki teoretycznej wyróżniała się obecnie zarówno ilością wygłoszonych referatów jak i głębią poruszanych tematów. Szczegółne ożywienie wykazują zakłady fizyki teoretycznej Lwowa i Warszawy. Uniwersytet Warszawski dzięki habilitacji p. Mathisona zdobył siłę naukową, mającą za sobą już bardzo doniosłe wyniki, środowisko zaś lwowskie doznało ożywienia dzięki dwu nowym siłom: mamy tu na myśli prof. Szczeniowskiego, który od roku pracuje już na terenie lwowskim, oraz doc. L. Infelda.

Dr. Mathison zreferował 5 swoich prac, które przyczyniły się do utrwalenia jego nazwiska w nauce. Prace o prawach trwałości w ogólnej teorii względności, o mechanice cząstki w ogólnej teorii względności oraz o zagadnieniu ruchu w związku ze stałymi elektronowymi mają pewną łączność ideową. W pierwszej z tych prac autor udowodnił, że warunki, którym musi czynić zadość cząstka materji, rozważana jako osobliwość pola elektromagnetycznego i grawitacyjnego, aby pole w jej otoczeniu spełniało prawa różniczkowe Maxwella - Einsteina, — są źródłem praw *stałości masy i ładunku* w przypadku ruchu tej cząstki w rozważanym polu. Gdy mamy do czynienia z cząstką elektrycznie obojętną, poruszającą się w polu wyłącznie grawitacyjnym, linją światową ruchu cząstki będzie linja geodezyjna. Przez wprowadzenie nowego pojęcia „tła metrycznego”, autor zagadnienie zlinearyzował, otrzymując nowe równania warjacyjne ruchu.

Następna praca podaje rozwiązania w pierwszym przybliżeniu równań grawitacji dla cząstki naładowanej, dowolnie poruszającej się w polu zewnętrznym. Równania ruchu takiej cząstki są jednocześnie warunkami istnienia rozwiązań układu równań grawitacyjnych, przyczem autor stwierdził, że równań nadliczbowych się nie otrzymuje, co obaliło nadzieję Einsteina, który dzięki przypuszczalnym równaniom nadliczbowym spodziewał się uzyskać połączenie pomiędzy mechaniką pola a mechaniką kwantów.

W trzeciej pracy tego cyklu autor analizuje zagadnienia jednoznaczności potencjałów grawitacyjnych, stałości ładunku i masy oraz warunków w nieskończoności, które zostały sformułowane na przykładzie ruchu cząstki naładowanej w pracy poprzednio wspomnianej.

W drugim swym cyklu Dr. Mathison rozważa zagadnienia raczej czysto matematyczne, dotyczące nowej metody całkowania równania ogólnego typu hyperbolicznego normalnego oraz rozwiązania zagadnienia Hadamarda.

Jednym z dalszych ciekawych referatów była praca L. Infelda wykonana wspólnie z van der Waerdenem w Zakładzie Fizyki Teoret. Uniw. w Lipsku. Praca ta dotyczy równania falowego elektronu w związku z ogólną teorią względności. Istota tej pracy jest następująca:

1. Równaniom mechaniki falowej nadał Dirac formę niezmienniczą wobec transformacji Lorentza. Teoria względności formułuje jednak postulat ogólniejszy: wszystkie prawa fizyczne powinny posiadać formę niezmienniczą wobec transformacji dowolnych. Powstaje zagadnienie uogólnienia równań Diraca w ten sposób, aby posiadały ogólną formę niezmienniczą.

2. Próby stworzenia jednolitej teorii grawitacji i elektryczności zmierzają do konsekwentnej geometryzacji fizyki. Nietylko pole grawitacyjne ale również i pole elektromagnetyczne charakteryzuje geometrię świata. Dotychczasowym usiłowaniom sformułowania teorii pola, nie udało się wyjść poza ramy fizyki klasycznej, nie zdołały one objąć równań mechaniki kwantowej.

Otóż w wspólnej swej pracy autorzy wykazują, że obydwa te oddzielnie od siebie traktowane zagadnienia znajdują równocześnie proste swe rozwiązanie. Sprowadzenie równań Diraca do formy niezmienniczej wobec transformacji dowolnych, rozwiązuje równocześnie problem jednolitej teorii pola. Użyta metoda matematyczna polegała na sprzężeniu dwuwymiarowej powierzchni zespolonej z 4 wymiarowym kontinuum Riemannowskim Świata. Zjawiska makrofizyczne rozgrywają się jakgdyby w 4 wymiarowym świecie, natomiast zjawiska mikrofizyczne, w powierzchni dwuwymiarowej zespolonej (w t. zw. powierzchni spinorowej).¹⁾

Dalsze prace przedstawili S. Szczeniowski o prawdopodobieństwie przejścia elektronu do obszaru ujemnej energii oraz ten sam autor łącznie z L. Infeldem o wpływie chmury elektronowej na strukturę fali de Broglie'a. Parę słów poświęcimy również pracy p. M. Glanternika o teorii kinetycznej gazów promieniujących, którą piszący te słowa odczuł szczególnie żywo, gdyż idea p. Glanternika w zadziwiający sposób łączy się z pomysłami referenta w dziedzinie ruchu fali elektromagnetycznej. Zasadnicza idea pracy polega na rozszerzeniu metod teorii kinetycznej gazów, zwłaszcza tych, które stosował Hilbert, na zjawiska promieniowania temperaturowego gazów. Autor zakłada, że zarówno gaz jak promieniowanie składają się z cząstek, które zderzają się wzajemnie, zderzenia zaś ustalają pewien stan równowagi oczywiście przy uwzględnieniu jeszcze warunków brzegowych. To założenie pozwala autorowi ustalić szereg równań całkowo - różniczkowych, podobnie jak to uczynił Hilbert dla teorii kinetycznej gazów. Równania te wyrażają, że w stanie ustalonym ilość cząstek na danym poziomie energetycznym o prędkości, zawartej w danym przedziale oraz ilość fotonów w danym przedziale częstości i w danym kącie bryłowym nie ulegają zmianie. Otrzymany w ten sposób układ równań rozwiązuje autor przy pomocy metody przybliżeń kolejnych modyfikacją Enskog'a metody Hilberta. Zależnie od rodzaju stosowanej statystyki przy układaniu równań otrzymuje się w pierwszym przybliżeniu na rozkład prędkości gazu funkcję Maxwella — Boltzmann'a, Fermi — Diraca względnie Bosego — Einsteina zaś dla promieniowania (t j. rozkładu fotonów) rozkład Plancka.

Drugie przybliżenie pozwala rozważyć sprawę wpływu promieniowania i energii potencjalnej na dyfuzję, przewodnictwo cieplne, tarcie. Obok tych zjawisk teoria daje

¹⁾ Praca ta ukaże się w Sprawozdaniach Pruskiej Akademii (ref. Schrödinger). Wkrótce ukaże się także praca Einsteina i Mayera, pozostająca w ścisłym związku z tą pracą.

jeszcze nowe: zmianę ilości cząsteczek każdego poziomu oraz energii poszczególnych gazów i promieniowania przy rozprężaniu lub sprężaniu mieszaniny.

Z pozostałych prac referowanych na sekcji fizyki teoretycznej wymienimy prace prof. J. Weyssenhoffa (Wilno), Kreislera i Melamida (Lwów, referowane przez prof. Szczeniowskiego), prof. Pęczalskiego oraz Cichockiego i Rajewskiego z Poznania, Urbańskiego z Krakowa („Pewna własność równań dynamiki i jej zastosowanie do problemu trzech ciał”) oraz S. Rozentala, który w pracy p. t. „O atomie neonu” podał ogólną metodę, umożliwiającą opisanie stosunków energetycznych w atomach gazów szlachetnych.

Z innych dziedzin fizyki wymienimy referaty: E. Sten z a: „O transmisji atmosferycznej w pasmach absorbcyjnych pary wodnej ρ i Φ widma słonecznego”, F. Li a n y: (P. I. M.): „O przezroczystości szkieł w podczerwieni”, oraz prof. S. Kalinowskiego: „Badania wykonane w obserwatorium magnetycznym w Świdrze w sprawie wyznaczania składowych natężenia pola magnetycznego metodą elektryczną”, oraz „O przebiegu zmian potencjału elektrycznego w Świdrze”.

Z okazji Zjazdu została również zorganizowana w Zakładzie Fizyki Dośw. Uniw. Warsz. wystawa przyrządów fizycznych oraz wydawnictw naukowych. Wystawa wypadła okazale, gdyż brały w niej udział wszystkie poważniejsze firmy przemysłowe tej dziedziny. Z pośród eksponatów wyróżnić należy przyrządy wyrabiane przez zakład pomocy naukowych inż. E. Romera we Lwowie, który produkuje od kilku lat przyrządy do ćwiczeń praktycznych z fizyki. Specjalnością tej wytwórni są pozatem elektryczne instrumenty miernicze, a więc amperomierze, voltomierze, czułe galwanoskopy, oporniki suwakowe wszelkich typów, pozatem miarki metrowe, podziałki mikrometryczne i t. d. Wystawione przyrządy były częściowo już zestawione w pewne ćwiczenia, obejmujące *całkowity, systematyczny kurs nauczania fizyki* w szkołach średnich ogólnokształcących, seminarjach nauczycielskich i szkołach technicznych; pewien wybór tych przyrządów obejmuje również *całkowity kurs nauczania fizyki* w szkołach powszechnych.

Przyrządy inż. Romera ułatwiają nauczycielowi fizyki zestawienie i przygotowanie ćwiczeń w drobnych nawet szczegółach, oszczędzając przez to wiele czasu i trudu. Z wystawionych przyrządów niektóre imponowały oryginalnością i pomysłowością oraz dostosowaniem do umysłowości ucznia szkoły średniej. Zaznaczyć należy, że nie są one bynajmniej kopiami wzorów zagranicznych, lecz są wynikiem i wytworem polskiej praktyki pedagogicznej, pozwalając realizować nowoczesne kierunki dydaktyczne w nauczaniu i wychowaniu młodzieży. Z pośród wystawionych przyrządów wymieniamy parę najnowszych, a mianowicie: wózki do drugiej i trzeciej zasady dynamiki, pistolety do składania ruchów, dźwignie i dynamometry, przyrządy do badania siły dośrodkowej, rury Kundta, polychory, siatki dyfrakcyjne, nowa duża łamana łaśwa optyczna, działająca również jako spektroskop i goniometr. Na szczególną uwagę zasługują instrumenty miernicze, amperomierze i voltomierze, poraz pierwszy wykonane całkowicie w kraju. Zakład Pomocy Naukowych inż. E. Romera, dał się poznać, jak dotychczas, jako placówka twórczej pracy, oparta na fachowej kompetencji.

Jako nowa placówka wystąpiła również „Poznańska Pomoc Szkolna”, która wystawiła szereg pomocy naukowych, dostosowanych do nowych programów szkolnych. M. in. oglądaliśmy na wystawie: przyrząd do wyznaczania współczynnika rozszerzalności metodą bezpośrednią ze śrubą mikrometryczną, dający bardzo dokładne wyniki pomiarów, elektroskop z kondensatorami, działający dokładnie bez względu na wilgotność powietrza, amperomierz cieplikowy, jako przyrząd szkolny demonstracyjny, ciekawe rozwiązanie umocowania części łaśwy optycznej, które przesuwają się na łożyskach kulowych, skrzynkę optyczną z oświetleniem elektrycznym i tarczą z podziałką kątową do

ćwiczeń z zakresu załamania i odbicia światła, amperomierze, voltomierze z pochyłą tarczą, galwanoskopy na podstawie marmurowej z regulatorem magnesowym i na nóżkach do regulowania poziomu etc.

Z pośród przyrządów wystawionych przez „Pomoc Szkolną” w Warszawie wyróżnił się stolik do ćwiczeń z mechaniki, skonstruowany wg projektu prof. Malca i Guzka, który odznacza się niezwykłą prostotą, a daje możność przerobienia szeregu podstawowych ćwiczeń z mechaniki, jak składanie i rozkładanie układów sił, momenty sił, zasada zachowania pracy, tarcie, drgania sprężyste i t. d. Szczegółowy opis podaje wydana przez firmę broszura, zawierająca również schemat 13 ćwiczeń.

Dobrym informatorem Zjazdu był szczegółowy jego program. Jedyne streszczenia referatów choćby najbardziej specjalnych winny być, zdaniem referenta, opracowane bardziej przejrzysto i przystępnie. Nie należy bowiem zapominać, że w Zjeździe wzięło udział dużo nauczycieli, stojących zdala od nauki, którym program winien dać istotną orientację w labiryncie referatów.

St. Warhaftman.

Międzynarodowy Zjazd Matematyków w Zurychu

W dniach 4—12 września r. b. odbył się w Zurychu Międzynarodowy Kongres Matematyczny. Kongresy takie odbywają się co 4 lata. Ostatni miał miejsce w Bolonii w r. 1928. Należy również zaznaczyć, że Zurych gościł w swych murach pierwszy kongres matematyczny, w r. 1897.

Na obecnym kongresie było reprezentowanych przeszło 40 państw, a uczestników było przeszło 700. Z Polski byli obecni następujący uczeni: Dickstein, Knaster, Saks, Sierpiński, Straszewicz, (Warszawa), Gołąb, Rosenblatt Wilkosz, S. Zaremba, (Kraków), Kuratowski, Ulam (Lwów), Biernacki (Poznań), Rudnicki, Zygmund (Wilno).

Otwarcie kongresu odbyło się w Politechnice Zurychskiej, gdzie również miały miejsce posiedzenia plenarne. Na przewodniczącego Kongresu wybrano Prof. Fuetera (Zurych), na wiceprzewodniczących m. i. E. Cartana (Francja), Weyla (Niemcy), Veblena (USA), Severiego (Włochy) oraz S. Zarembę (Polska).

Odczyty wygłaszane na Zjeździe były dwójakiego rodzaju. Jedne z nich nosiły charakter ogólny, streszczający ostatnie postępy matematyki w poszczególnych działach. Były one wygłaszane na posiedzeniach plenarnych, przez wybitnych uczonych pracujących w omawianych przez siebie działach. Pozostałe, mające charakter bardziej specjalny, były wygłaszane na poszczególnych sekcjach, w których brali udział już tylko specjaliści. Referenci starali się, możliwie treściwie, przedstawić swe własne wyniki. Po referatach miała miejsce dyskusja. Odczyty plenarne trwały około godziny, referaty sekcyjne nie przekraczały 15 minut. Oto są tytuły odczytów ogólnych: Fueter — Teoria ideałów i teoria funkcji, Carathéodory — O odwzorowaniach przez funkcje wielu zmiennych, Julia — Szkic rozwoju teorii funkcji zmiennej zespolonej, Pauli — Matematyczne metody mechaniki kwantowej, Tchebotarow — Zagadnienia współczesnej teorii Galois, Carleman — O teorii równań całkowych linjowych i ich zastosowaniach, E. Cartan — O przestrzeniach riemannowskich symetrycznych, Bieberbach — Obszary operacyjne funkcji, Morse — Zagadnienia nielokalne rachunku warjacyjnego. E. Noether — Układy hyperzespolone w ich stosunkach do algebry przemiennej i teorii liczb, H. Bohr — Funkcje prawie okresowe zmiennej zespolonej,

Severi — Teoria ogólna funkcji analitycznych wielu zmiennych i geometria algebriczna, R. Nevanlinna — O powierzchni Riemanna funkcji analitycznej, Wavre — Postać analityczna zagadnienia kształtu figur planetarnych, Alexander — Pewne zagadnienia topologii, F. Riesz — O istnieniu pochodnej funkcji zmiennej rzeczywistej i funkcji przedziału, Valiron — Twierdzenie Borela-Julia w teorii funkcji meromorficznych, Sierpiński — O zbiorach punktowych, które można określić efektywnie, Menger — Nowe metody i zagadnienia geometrii, S. Bernstein (odczytał Hostinsky) — O związku między wielkościami przypadkowymi, Stenzel — Pogląd i myślenie w klasycznej teorii greckiej matematyki.

Dla odczytów specjalnych utworzono nast. sekcje: 1^o Algierbra i Teoria liczb. 2^o Analiza, 3^o Geometria, 4^o Rachunek prawdopodobieństwa, 5^o Astronomia, 6^o Mechanika i fizyka matematyczna, 7^o Nauki matematyczno-techniczne, 8^o Filozofja, 9^o Historia i 10^o Pedagogika matematyki. Wobec jednak zgłoszenia dużej liczby referatów (około 200) należało utworzyć dalsze podsekcje. Tak np. sekcję Analizy rozbito na 3 podsekcje pracujące jednocześnie.

Na posiedzeniu końcowym, przyjmując zaproszenie matematyków norweskich, uchwalono, że następny Kongres odbędzie się w Oslo, w r. 1936.

Z pomiędzy licznych uchwał przyjętych podczas Zjazdu, należy wspomnieć o likwidacji Międzynarodowej Unii Matematycznej. Unia ta, powstała po wojnie i związana z Conseil International des Recherches Scientifiques, organizowała kongresy matematyczne w Strassburgu (1920) i Toronto (1924). Pod wpływem nastrojów bezpośrednio powojennych, Unia początkowo ustosunkowała się negatywnie do sprawy przystąpienia do niej matematyków państw centralnych. Ten fakt, oraz dość nieostrożne wypowiedzenie się niektórych członków Unii, odgrywających jednocześnie dużą rolę polityczną, zadrażniły bardzo silnie stosunki. Obecnie te rzeczy należą już do przeszłości, ale jeszcze w r. 1928 niektórzy matematycy, ze względów politycznych, powstrzymali się od wzięcia udziału w Kongresie Bolońskim. Na Zjeździe w Zurychu powstała kwestja utworzenia nowej międzynarodowej organizacji matematycznej — na miejsce Unii, do której część matematyków jest nastawiona niechętnie. Na posiedzeniu delegatów Unii, uchwalono większością głosów jej zlikwidowanie. Wybrano komisję — ze strony polskiej wszedł do niej prof. Zaręba — mającą za zadanie przedstawienie na Kongres w Oslo wniosków w sprawie nowej organizacji.

Z uchwał, przyjętych przez Zjazd, wspomnę jeszcze o jednej, stwierdzającej potrzebę kooperacji przy układaniu tablic matematycznych. Poszczególne zakłady naukowe — zwłaszcza matematyki stosowanej — często korzystają z tablic wartości różnych funkcji. Otóż takie tabulowanie funkcji wymaga nieraz dużej pracy i kosztów pieniężnych, a, tymczasem, zdarza się, że potrzebne tablice były już przedtem opracowane i są w posiadaniu innej instytucji. Szłoby więc o pewną ewidencję tablic już istniejących i zorganizowanie pracy przy układaniu dalszych. Wnioski w tej sprawie mają być również przedstawione na Kongres w Oslo.

A. Zygmund.

Polska Ekspedycja Polarna

W r. b. przypada 50-lecie I Roku Polarnego, zorganizowanego w r. 1882/83 z inicjatywy Karola Weyprechta w celu dokładniejszego zbadania pod względem meteorologicznym obszarów polarnych. Ponieważ tego rodzaju przedsięwzięcia międzynarodowe oddają duże korzyści naukowe i praktyczne, postanowiła Międzynarodowa Organizacja Meteorologiczna na wniosek Niemiec (Kongres w Kopenhadze 1929 r.) zorganizować II Rok Polarny, w czasie od 1 stycznia 1932 do 1 września 1933 r. Ogólne kie-

rownictwo pracami Roku Polarne go spoczywa w rękach Międzynarodowej Komisji Roku Polarne go, na której czele stoi prof. La Cour z Kopenhagi. Niezależnie od tego powstało 15 różnych komisij narodowych, które zajęły się przygotowaniem szeregu ekspedycij polarnych. Skład Polskiej Komisji Roku Polarne go jest ostatnio następujący: A. B. Dobrowolski, sekr. J. Lugeon, członkowie: Cz. Białobrzelski, S. Kalinowski, W. Smosarski.

Głównem zadaniem obecnego Roku Polarne go są systematyczne spostrzeżenia meteorologiczne, sondowania aerologiczne, pomiary magnetyczne, obserwacje zórz polarnych i inne spostrzeżenia na szeregu placówkach, możliwie daleko wysuniętych na północ (jeżeli chodzi o półkulę północną). Polska należy od kilku lat do Międzynar. Organizacji Meteorologicznej, zatem wszystko przemawiało za tem, aby w zbiorowym wysiłku narodów cywilizowanych Polski nie zabrakło. To też Narodowy Komitet Geodezyjno-Geofizyczny naszej Akademii Umiejętności uznał jednomyślnie za rzecz pożądaną, aby Polska wzięła udział czynny w Roku Polarnym 1923/33. „Polska powinna wziąć udział, gdyż tego wymaga jej powaga na terenie międzynarodowym” — pisał H. Arctowski, b. uczestnik Belgijskiej Wyprawy Arktycznej De Gerlache'a.

Wkrótce też posypały się różne projekty „polarne”, a więc fantastyczny projekt dyr. Lugeona wyprawy pod biegun na dwóch czołgach ziemnowodnych (amfibjach) oraz projekty H. Arctowskiego ekspedycji hydroplanowej na Antarktydę wzgl. Szpicberg lub, dla odmiany, na Wyspy Żółwie (Galapagos), Wyspy Wielkanocne lub Pitcairn w strefie podzwrotnikowej. Ostatecznie poprzestano na skromniejszym przedsięwzięciu, mianowicie postanowiono założyć na przeciąg roku polską stację obserwacyjną na Wyspie Niedźwiedziej (Björnöya), na Oceanie Lodowatym (74,5 st. szer. geogr. półn.). W połowie lipca 1932 r. wyruszyła nasza ekspedycja okrętem „Polonja” z Gdyni do Narvik; w skład ekspedycji wchodzi inż. Czesław Centkiewicz z Warszawy, Wład. Łysakowski ze Lwowa i Stanisław Siedlecki z Krakowa. Kierownikiem wyprawy jest jej organizator, dyr. J. Lugeon, który też odprowadził jej uczestników na samą wyspę wraz z inż. Gurtzmanem, dla zainstalowania aparatów na miejscu. Do programu prac polskiej ekspedycji polarnej wchodzi obserwacje meteorologiczne, rejestracje i pomiary magnetyczne bezwzględne, fotografie zórz polarnych, oraz rejestracje trzasków atmosferycznych zapomocą atmoradjografów syst. Lugeona. Poza naszymi „polarystami” przebywają na wyspie jeszcze tylko trzech Norwegowie na miejscowej stałej stacji radio-meteorologicznej.

Klimat W. Niedźwiedziej jest b. surowy i nieprzyjazny; śred. temperatura roczna wynosi — 4°, panują bardzo silne wiatry, a wiosną mgły. Szczególnie cenne będą tu pomiary magnetyczne oraz zdjęcia zórz polarnych, dokonywane jednocześnie z Obserwatorium w Tromsø. Szkoda tylko że szczupłe środki finansowe, jakimi rozporządzała ekspedycja, nie pozwoliły rozszerzyć programu prac naukowych poza zakres spostrzeżeń, wymaganych przez Rok Polarny. Mimo to dobrze się stało, że Polska wzięła udział bezpośredni w Roku Polarnym. „Brak polskiej ekspedycji w r. 1932/33 spowodowałby niepowetowaną stratę w opinii zagranicy o Nauce polskiej i o jej żywotności” — pisał prof. Arctowski, i pod tym względem zgadzamy się z nim w zupełności¹⁾. E. Stenz.

¹⁾ Według ostatnich wiadomości, które otrzymujemy z Wyspy Niedźwiedziej, uczestnicy naszej ekspedycji czują się dobrze, mimo że od miesiąca panuje tam już noc polarna (list datowany 5.XII.1932). Wyspa jest częściowo w okowach lodu, wolne morze widoczne tylko na horyzoncie. Magnetografy La Coura działają zadowalająco. Pewne trudności sprawiają obserwacje zórz polarnych z powodu ich znacznej zmienności. Słyszalność radiostacji warszawskiej b. dobra, dzięki czemu nasi polaryści odbierają bez trudu przeznaczone dla nich co sobotnie komunikaty. E. S.

BIBLIOGRAFJA

Promieniowanie ciał promieniotwórczych

LORD RUTHERFORD, J. CHADWICK i C. D. ELLIS. *Radiations from Radioactive substances*. Cambridge University. Str. XII i 588, rys. 138, tabl. 11.

Dzieła poświęcone całości nauki o promieniotwórczości pojawiają się w dość znacznych odstępach czasu, najczęściej w chwili zakończenia pewnego okresu w dziejach tej młodej gałęzi fizyki. Liczba ich jest niewielka; oczywiście pomijamy podręczniki uniwersyteckie. Gdy Rutherford wydał pierwszą swą książkę (1905) istniała już i była ogólnie przyjęta teoria rozpadu promieniotwórczego. Zdobyte jej dotyczyły jednak tylko wyjaśnienia przemian promieniotwórczych, interpretacji prawa wykładniczego rozpadu oraz ustalenia związków genetycznych między radiopierwiaszkami w najogólniejszym zarysie; nawet szeregi promieniotwórcze nie były jeszcze dokładnie znane. W dziele p. Curie (1910), a w silniejszym jeszcze stopniu w drugim wydaniu książki Rutherforda (1912), uwydatniają się olbrzymie postępy jakie uczyniła nauka o promieniotwórczości głównie dzięki pracom Rutherforda i jego uczniów. Z książki p. Curie dowiadujemy się już o naturze cząstki α , o sposobach liczenia tych cząstek, stanowiących jednocześnie triumf atomistyki i nauki o promieniotwórczości, o metodach wyznaczania życia radu, o działaniach i głównych prawach absorpcji promieni α i β przez materię. W dziele Rutherforda znajdujemy również opis tych wszystkich wielkich odkryć, ale ponadto zawiera ona coś nowego, coś co czyni jej ukazanie się zdarzeniem epokowym, jakgdyby aktem narodzin fizyki nowoczesnej. Mamy tu na myśli teorię rozproszenia cząstek α i pierwsze sformułowanie modelu, według którego atom utworzony jest z jądra i krążących dookoła niego elektronów. Dzieło Meyera i Schweidlera (1916) jest odbiciem następnego okresu nauki o promieniotwórczości, okresu, którego kulminacyjnym punktem było odkrycie izotopii pierwiastków, ostateczne wyjaśnienie natury chemicznej radiopierwiastków i ich związków genetycznych oraz rozklasyfikowanie ich w układzie periodycznym. Omawiane dzieła poświęcone są w całości nauce o promieniotwórczości zarówno z punktu widzenia fizycznego jak i chemicznego. Ale już w ostatnim z nich wyraźnie zarysowuje się podział tej nauki na chemię zjawisk promieniotwórczych i fizykę promieniotwórczości, t. j. naukę o przemianach promieniotwórczych i towarzyszącym im promieniowaniu. Obie dziedziny rozrastają się tak potężnie, że już niebawem nie sposób będzie objąć ich w ramach jednej książki. Zresztą w tym samym czasie zarysowuje się już specjalizacja w laboratoriach uprawiających z większym naciskiem bądź kierunek fizyczny, bądź chemiczny. Lata wojny, która nastąpiła w okresie ukazania się książki Meyera i Schweidlera, zatrzymały, rzecz prosta wszelki ruch naukowy, ale już rok 1919 zaznaczył się odkryciem epokowej doniosłości, mianowicie odkryciem dezintegracji. Nietylko to odkrycie ale i zdobycze w pokrewnych działach fizyki, odkrycie izotopii jako ogólnej własności materii oraz powstanie zapoczątkowanej przez Bohra teorii budowy atomu, której rozwój doprowadził w następstwie do powstania mechaniki kwantowej, cały ten wielki plon nauki powojennej skierował i naukę o promieniotwórczości na nowe tory, ale dużo czasu upłynąć musiało zanim możliwe się stało usystematyzowanie olbrzymiego, zrazu chaotycznego materiału. To też po długiej przerwie, dopiero zupełnie niedawno ukazały się trzy nowe syntetyczne dzieła o promieniotwórczości, mianowicie drugie wydanie Meyera i Schweidlera (1927). K. W. F. Kohrauscha „Radioaktivität” (1928) oraz w 1930 książka, którą tu referujemy. Z książek tych tylko pierwsza obejmuje zarówno stronę fizyczną jak i chemiczną. Dwie pozostałe poświęcone są wyłącznie zagadnie-

niom fizycznym, a mimo to książka Kohlrauscha zawiera około 900 stronic, dzieło Rutherforda około 600. Specjalną cechą tej ostatniej książki, w wysokim stopniu podnoszącej jej wartość jako źródła informacji jest to, że nawet Rutherford nie uważał za właściwe podjąć się napisania całości, lecz podzielił ten trud ze swoimi dwoma wybitnymi współpracownikami Chadwickiem i Ellisem. W przedmowie Rutherford pisze: „Jakkolwiek wszyscy trzej współdziałaliśmy w opracowaniu książki to jednak ja jestem odpowiedzialny za rozdziały dotyczące promieni α , dr. Chadwick za rozdziały dotyczące rozpraszania cząstek α i β przez materię, a dr. Ellis za sprawozdanie o promieniach beta i gamma”.

Wysoce charakterystyczne dla wielkiego rozrostu tej dziedziny zagadnień, którym książka jest specjalnie poświęcona, jest to, że rozdział wstępny, traktujący o odkryciu radu i innych radiopierwiałków, o przemianach promieniotwórczych i własnościach chemicznych radiopierwiałków, zawiera wszystkich 38 stronic. Dział poświęcony promieniom α obejmuje 7 rozdziałów i 162 stronic. Następują trzy rozdziały o rozpraszaniu cząstek α i β oraz o sztucznej dezintegracji (126 stron). Rozdziały od 12 do 16 włącznie traktują o zagadnieniach promieniowania beta i gamma (180 stronic). Zagadnienia najogólniejsze ujęte są w dwu rozdziałach: 11-ym „O jądrach promieniotwórczych” (20 stronic) i 16-ym „Jądra atomowe” (20 stron). Wreszcie rozdział 18 p. t. „Różne”, poświęcony jest promieniotwórczości materii zwykłej oraz niektórym metodom nauki o promieniotwórczości.

Długie wywody o zaletach dzieła napisanego przez tak wybitnych autorów byłyby oczywiście zbyteczne. Należy podkreślić, że nie jest to podręcznik w zwykłym znaczeniu tego słowa. Jakkolwiek autorowie widocznie dążą do obiektywizmu i starają się uwzględnić całkowitą niemal bibliografię, to jednak udział rasy anglosaskiej a w szczególności współpracowników i uczniów Rutherforda w ukonstytuowaniu się naszej wiedzy o promieniotwórczości jest tak przygniatająco wielki, w stosunku do wszystkiego co dokonało się gdzieindziej, że usprawiedliwia to w pewnej mierze mimowolną skłonność autorów do wysuwania na pierwszy plan wyników otrzymanych w Cavendish Laboratory i do traktowania w sposób bardziej powierzchowny działalności innych szkół. Ale wszelka myśl twórcza jest z konieczności subiektywna i dlatego badaczowi samodzielnemu, a nawet i fizykowi z innych dziedzin, pragnącemu uzyskać syntetyczny pogląd na zjawiska promieniotwórczości, dzieło takie przynosi więcej istotnego pożytku, niż kompilacje typu niemieckich Handbuchów, bardzo bezstronne ale często niekrytyczne i wytwarzające pewien chaos w umyśle czytelnika. Zresztą intuicja Rutherforda tak często okazała się słuszna, a krytycyzm i talent doświadczalny jego współpracowników jest tak bardzo wyjątkowy, że nawet w tych nielicznych przypadkach, w których wyniki obcych szkół są pominięte lub zlekceważone, prawdziwie naukowej zdaniem niżej podpisanego nie dzieje się istotna krzywda. Dość przypomnieć tutaj słynną kontrowersję między Cavendish Laboratory i Instytutem Wiedeńskim na temat dezintegracji sztucznej. Wyniki badaczy tego Instytutu, którzy znajdowali dezintegrację większej liczby pierwiałków i o znacznie większej wydajności, niż Rutherford i Chadwick, przyjmowane były w Cavendish Laboratory z nieufnością i lekceważeniem, które mimo wszelkie formy kurtuazyjne, wyczuwa się również wyraźnie w omawianem tu dziele. A przecież wydaje się dziś rzeczą nieulegającą wątpliwości, że słuszność była po stronie badaczy angielskich.

Dzieło Rutherforda ukazało się zaledwie dwa lata temu, a jednak jest już pod niektórymi względami przestarzałe. Zagadnienia przejścia cząstek alfa i beta przez materię traktowane w niem są przeważnie z punktu widzenia mechaniki klasycznej, tu i owdzie podana jest ich interpretacja kwantowa, ale raczej w ogólnym zarysie i rzecz prosta

w duchu dawnej teorii Bohra. Od tego czasu jednak mechanika kwantowa poczyniła olbrzymie postępy w ujęciu zagadnienia zderzeń atomowych, którego poszczególnym przypadkiem jest zagadnienie absorpcji promieni alfa i beta. W szczególności zagadnienie rozpraszania cząstek alfa i beta przez jądra, traktowane być winno dzisiaj zupełnie inaczej niż to czynią autorowie. Główną teorią przemian promieniotwórczych samorzutnych i sztucznych podana już jest w dziele Rutherforda. W tej dziedzinie może najmniej jest zmiany, a chociaż nowoodkryte fakty: emisja neutronów i dezintegracja przez protony skłaniają do rozszerzenia a może do zmodyfikowania teorii, to jednak stoimy dziś jeszcze na martwym punkcie, zwłaszcza wobec niemożności interpretacji teoretycznej przemian beta. Należy zaznaczyć dalej, że książka Rutherforda zawiera wiele materiału, który właściwie wykracza poza dziedzinę promieniotwórczości, np. wiadomości o izotopii, o energetyce jąder, o promieniach kosmicznych. Dzieje się to dlatego, że nauka o promieniotwórczości jest dzisiaj tylko działem nauki ogólniejszej, nauki o jądrze atomowym i zapewne w niedalekiej przyszłości nastąpi nowa specjalizacja i ukazywać się będą dzieła, poświęcone bądź promieniotwórczości w węższym znaczeniu, bądź fizyce jądra. W dziele tego ostatniego typu traktowane byłyby tylko sprawy, poświęcone przemianom i budowie jąder z pominięciem zupełnym lub częściowym spraw oddziaływania promieni na zwykłą materię.

L. Wertenstein.

Budowa jądra atomowego

G. GAMOW. *Constitution of Atomic Nuclei and Radioactivity*. Oxford At the Clarendon Press, 1931. Str. VIII i 114 i 1 tablica ¹⁾.

Monografia młodego a słynnego już twórcy kwantowej teorii budowy jądra i przemian promieniotwórczych jest pierwszym dziełem poświęconym wyłącznie fizyce jądra, stwarza ona typ, o którym niżej podpisany wspomniał w swojej recenzji o dziele Rutherforda, Chadwicka i Ellisa. Jakkolwiek napisana jest przez teoretyka i zawierająca wykład zawiłych matematycznie teorii, opartych na mechanice falowej nie jest jednak zbyt trudna w czytaniu, gdyż autor z zadziwiającym umiarem potrafił podać z tych teorii to co jest w nich najistotniejszego pod względem fizycznym, pomijając szczegóły rachunkowe i subtelności matematyczne, oraz w wysokim stopniu uwzględnił materiał doświadczalny. Rozdział pierwszy o składnikach i energii jąder daje wiadomości o masach atomowych czystych odmian izotopowych i rozwija uproszczoną teorię budowy jądra, utworzonego z największej, jaka jest możliwa liczby heljonów (cząstek alfa) oraz takiej liczby protonów i elektronów, jaka jest konieczna do zdania sprawy z wartości masy atomowej i liczby porządkowej danego jądra. Jakkolwiek niedawno dokonane odkrycie neutronów zmusza do radykalnej modyfikacji tej teorii, to jednak niewątpliwie słuszne pozostaną nadal rozważania dotyczące możliwości tych czy innych przemian a oparte na znajomości zawartości energetycznej jąder. Rozdział następny p. t. „Rozpad samorzutny jąder” zawiera wykład teorii przemian alfa opartej na pojęciu t. zw. barjerę potencjału. Własności barjerę potencjału w wysokim stopniu nadają się jako model mechanizmu, umożliwiającego dwa sprzeczne na pozór fakty: względną t. j. ograniczoną w czasie trwałość jąder promieniotwórczych oraz samo-

¹⁾ Książka ta ukazała się również w przekładzie niemieckim p. t. „Der Bau des Atomkerns und die Radioaktivität”. Tłumaczyli C. i F. Houtermans, str. X, 148 i 4 str. 1932. S. Hirzel. Leipzig.

rzutny ich rozpad, podległy prawom statystycznym. Opracowanie tego modelu nie jest wyłączną zasługą G a m o w a, gdyż uczynili to niemal jednocześnie i niezależnie od niego Anglik G u r n e y i Amerykanin C o n d o n. Jednak ujęcie G a m o w a było głębsze i bardziej poprawne pod względem matematycznym. Punktem wyjścia teorii G a m o w a jest równanie S c h r ö d i n g e r a, dotyczące cząstki alfa, ważne w dziedzinie pola jądrowego. By rozwiązać umożliwić, pole rzeczywiste, zresztą nieznane nam dokładnie, zastępujemy uproszczonym polem idealizowanym, posiadającym symetrię kulistą. Natężenie rozpadu t. j. jego prawdopodobieństwo wyraża się jak zwykle w mechanice falowej jako kwadrat modułu funkcji falowej, w danym przypadku nazewanym barjerą potencjału. Istnieje pewna analogia formalna między tym zagadnieniem a szeregiem zagadnień traktowanych w fizyce elektronowej. Charakterystyczna różnica między obu typami zagadnień polega jednak na tym, że stany wyrażone przez funkcję falową są w fizyce elektronowej stateczne; odpowiadające im funkcje falowe są funkcjami periodycznymi czasu, moduł ich jest niezmienny. Sam jednak fakt nietrwałości jąder promieniotwórczych zmusza do konieczności wprowadzenia stanów niestatecznych, charakteryzujących się tym, że odpowiadająca im funkcja falowa jest funkcją wykładniczą czasu. Pod względem matematycznym oznacza to, że wartości właściwe energii są wielkościami zespolonymi, nie zaś rzeczywistymi, jak zwykle w mechanice falowej. Niżej podpisany sądzi, że to założenie zespolonych wartości energii stanowi istotną trudność teorii. Nie daje się jednak zaprzeczyć, że teoria G a m o w a, jak to pokazuje autor, prowadzi do dobrej zgodności z doświadczeniem. W końcu rozdziału autor charakteryzuje cechy przemian beta i podkreśla zupełną niemożliwość racjonalnego interpretowania ich na drodze teoretycznej. Jak wiadomo hipoteza neutronów pozwala niejako ominąć trudność, jaką następują przemiany beta, przez założenie, że elektrony w stanie swobodnym nie istnieją w jądrze. Oczywiście nie rozwiązuje to sprawy, ale narazie przynajmniej powiadamy sobie, że skoro elektronów w jądrze nie ma, zbyteczne jest rozważać sposoby, za pomocą których opuszczająby mogły jądra.

Rozdział trzeci p. t. „Pobudzone stany i promieniowanie elektromagnetyczne jąder” dotyczy związków między promieniowaniem gamma i alfa. Promieniowanie beta pierwotne nie wchodzi tu w grę; tylko promienie beta wtórne związane są z promieniami gamma, są one wynikiem t. zw. wewnętrznego efektu fotoelektrycznego wewnętrznego i badanie ich jest tylko jednym ze sposobów wyznaczania częstości promieni gamma. Związek między promieniami gamma i alfa wyraża się w istnieniu t. zw. cząstek alfa o długim zasięgu oraz struktury subtelnej promieni alfa; energje cząstek alfa, jakie spotykamy w tych zjawiskach, pouczają nas o poziomach energetycznych jądra. Należy podkreślić, że nowe fakty odkryte w tej dziedzinie po ukazaniu się książki w znacznej mierze rozszerzają i potwierdzają poglądy autora. Koniec rozdziału poświęcony jest absorpcji promieni gamma, w szczególności t. zw. absorpcji jądrowej. Podczas gdy autor poprzestaje na podaniu wyników doświadczalnych dotyczących absorpcji jądrowej i bardzo ogólnikowo tylko wspomina o możliwości ich interpretacji teoretycznej, wiadomości nasze w tej dziedzinie posunęły się znacznie naprzód w ciągu ostatniego roku. Ogólnie przyjęty jest pogląd, że absorpcję jądrową przypisać należy nie elektronom, lecz innym „materjalnym” składnikom jądra. Niektórzy autorowie (T a r r a n t i G r a y) przypuszczają, że mechanizm absorpcji polega na pobudzaniu heljonów jądrowych, inni (H e i s e n b e r g) sądzą, że rolę tę odgrywają neutrony.

Rozdział IV obejmuje zastosowania teorii do anormalnego rozpraszania cząstek alfa i zjawisk sztucznej dezintegracji i pobudzania jąder drogą bombardowania ich cząstkami alfa lub innymi cząstkami elementarnymi. Autor poprzestaje na wyłożeniu tych konsekwencji teoretycznych, które wydają mu się najmocniej ugruntowane. Czytni

to w sposób niezwykle przejrzysty, który może służyć za wzór przedstawiania wyników mechaniki falowej w formie przystępnej dla fizyków eksperymentatorów. Pod tym względem książka *Gamowa* ma wielką wyższość nad innymi monografiami z mechaniki falowej. Np. książka *Kroniga* o widmach cząsteczkowych jest również przeznaczona dla czytelników tego samego typu, a jednak strona formalna, matematyczna tak dalece góruje w niej nad przedstawieniem fizycznej treści teorii falowych, że korzyść z niej odnieść może tylko czytelnik znający gruntownie mechanikę falową. Że książka *Gamowa* dzięki wysokiemu umiarowi autora jest nie tylko przystępna i pociągająca w czytaniu, ale ponadto odegrać może rolę bodźca w nowych badaniach, o tem najlepiej świadczy końcowy jej ustęp: „Tak na przykład widzimy z krzywych, że możemy oczekiwać wielkiego zysku energii, gdy jądra lekkie typu $4n + 3$ (*Li 7, B 11, Fl 19*) chwytają proton przy jednoczesnej emisji cząstki alfa.....” Niewątpliwie słowa te natchnęły *Cockrofta* i *Waltona* do ich słynnych już dzisiaj doświadczeń nad dezintegracją materii przez bombardowanie protonami.

L. Wertenstein.

ZADANIA

Odpowiedzi na „Kilka pytań z elementarnej mechaniki” (t. VII. str. 71)

115. Bo jej prędkość jest skierowana nie do Słońca, a ciała poruszają się w kierunku swej prędkości, a nie siły, która na nie działa. Podobnie rower nie przewraca się w ruchu, bo ma wtedy prędkość w kierunku poziomym, za którą musi iść.

116. Jeżeli mucha będzie w spoczynku (lub ruchu jednostajnym względem naczynia), to musi na nią działać siła, równoważąca jej ciężar, gdyż w przeciwnym razie musiałaby spadać (zakładamy, że naczynie jest w spoczynku). Siła ta może pochodzić z reakcji ścian naczynia lub z ciśnienia otaczającego powietrza. W każdym razie, na mocy trzeciej zasady *Newtona*, mucha będzie oddawała to ciśnienie, i naczynie będzie cięższe o ciężar muchy, w porównaniu z sytuacją, gdy muchy w naczyniu nie było.

Jeżeli mucha ma względem naczynia przyspieszenie a w górę, to musi na nią działać siła $m(g + a)$, jeżeli m oznacza jej masę, a g przyspieszenie ziemskie. Ta siła musi już tu pochodzić od ciśnienia otaczającego powietrza (ciśnienie to musi mucha w jakiś sposób stworzyć przez ruchy skrzydełek). Jak poprzednio, mucha będzie oddawała to ciśnienie i naczynie będzie się wydawało teraz o ma cięższe, niż wtedy gdy mucha była w spoczynku. Jeżeli mucha spada wdół z przyspieszeniem a , to naczynie będzie się wydawało o ma lżejsze.

117. Przypuśćmy, że akrobata porusza się w górę z przyspieszeniem a (absolutnem). Przyspieszenie to musi pochodzić od jakiejś siły równej na mocy drugiej zasady *New-*

ona $P = \frac{Q}{g} a$. Siłą tą może być jedynie napięcie sznura, działającego na akrobatę. Na mo-

cy trzeciej zasady akrobata będzie ciągnął sznur z taką siłą. Siła ta przenosi się wzdłuż (pozbawionego masy) sznura bez zmiany. Na ciężar Q po drugiej stronie będzie zatem działała ta sama siła co na akrobatę i w tym samym kierunku. Będzie miał on zatem to samo przyspieszenie co akrobata i jeżeli np. w chwili początkowej znajdowali się w spoczynku na tej samej wysokości, to i w dalszym ciągu będą stale na tej samej wysokości. Brzmi to może nieco paradoksalnie, bo mogłoby się wydawać, że jeżeli akrobata idzie w górę, to ciężar pójdzie wdół.

118. Jeżeli naczynie się, np. zsuwa i ciecz znajduje się w równowadze względem naczynia, to cząsteczka na jej powierzchni ma przyspieszenie $g(\sin \alpha - f \cos \alpha)$, gdzie f oznacza współczynnik tarcia. Takie bowiem jest przyspieszenie naczynia. Jedyne siły, działające na cząsteczkę to jej ciężar i ciśnienie cieczy, prostopadłe do jej powierzchni. Wypadkowa ich musi być równa $mg(\sin \alpha - f \cos \alpha)$ i równoległa do równi. Ciśnienie będzie zatem różnicą wypadkowej i ciężaru. Czytelnik natychmiast udowodni, że różnicę tę można przedstawić jako sumę siły $mg \cos \alpha$, prostopadłej do równi i siły $mf \cos \alpha$, skierowanej równoległe do równi w górę. Suma ta będzie zatem tworzyła kąt $\arccos \frac{1}{f}$ a zatem prostopadła do jej powierzchni cieczy będzie z równią tworzyła stały kąt $\arccos \frac{1}{f}$, to znaczy kąt tarcia! Nasuwa to myśl metody pomiaru współczynnika tarcia. Podkreślimy, że ten kąt jest niezależny od kąta równi.

A. Wundheiler

119. Przecinamy sześcián przez jego środek tak, aby przeciąć za każdym razem sześć *wybranych* krawędzi, tworzących wchrowaty sześciobok. Otrzymany (*zmienny*) płaski sześciobok rzucamy na stałą płaszczyznę prostopadłą do tej przekątnej sześcianu, która łączy dwa naroża utworzone przez *pozostałe* krawędzie. Udowodnić, że pole rzutu jest wielkością *stałą*.

H. S.

120. Zbadać zjawisko, zachodzące przy gwałtownym pociągnięciu sznurka, przywiązanego do ruchomego przedmiotu. Wytlumaczyć, dlaczego sznurek się przerywa, zanim się przedmiot poruszy.

A. W.

121. Wytlumaczyć następujący popularny trick cyrkowy: jeżeli dość gwałtownie pociągnąć obrus z nakrytego stołu, to udaje się go ściągnąć bez nakryć.

U w a g a. Dość rozpowszechnione w tych przypadkach powoływanie się na „siłę bezwładności” szklanek jest błędne. Nie można bowiem przypisywać jakiejś określonej wartości „sile bezwładności” ciała nieruchomego

A. W.

Redaktor: St. Warhaftman.

Wydawca: „Mathesis”.

1791. Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Wspólna 54. Tel. 8-84-12

POZNAŃSKA POMOC SZKOLNA

POZNAŃ
STARY RYNEK 50

WYTWÓRNA I SKŁADNICA
URZĄDZEN SZKOLNYCH
I LABORATORYJNYCH

POLECA POMOCY NAUKOWE
DO FIZYKI, CHEMII, PRZYRODY,
GEOGRAFII HISTORJI, MAPY,
GLOBUSY I WSZELKIE POMOCY
NAUKOWE.

Katalogi i oferty wysyłamy na żądanie.

POLSKIE ZAKŁADY OPTYCZNE S. A.

P. Z. O.

(dawniej Fabryka Apar. Optyczn.
i Precyz. H. Kolberg i Ska S. A.)

WARSZAWA, GROCHOWSKA 15

Tel. 10.00-79, 10.00-26, 10 08-58, 10.01-96

Jedyna w kraju fabryka obrabiająca
całkowicie szkła optyczne.

Wykonuje przyrządy optyczne wysokiej
precyzji:

Mikroskopy laboratoryjne, lupy,
obiektywy, kondensatory kinema-
tograficzne i projekeyjne, lornet-
ki przyzmatyczne polowe, celowni-
ki, kompas, przyrządy nawigacyj-
ne, artyleryjskie i laboratoryjne.

Fabryka przyjmuje opracowanie projektów
wszelkich przyrządów optycznych.

Najwyższe odznaczenia na wystawach
KRAJOWYCH I ZAGRANICZNYCH

WYDAWNICTWA „MATHESIS POLSKIEJ”. WARSZAWA

Wielcy ludzie — wielkie dzieła

W. KAEMPFERT

Inż. rzecznik patentowy U. S. A.

EPOKOWE WYNAŁAZKI W AMERYCE I W EUROPIE

HISTORIA ICH POWSTANIA I ICH TWÓRCÓW

Przełożył i uzupełnił DR A. KOJRAŃSKI

Str. VIII, 552 z 350 ilustr. 1933. Cena w opr. płóc. zł 33.80.

W. H. MEADOWCROFT

Członek Laboratorium Edisona

T. A. EDISON ŻYCIE I DZIEŁA

Przełożył i uzupełnił DR E. STENZ

Str. XII, 282 z 15 tablicami. 1933. Cena w opr. płóc. zł 13.40.

INŻ. EDMUND ROMER

ZAKŁAD POMOCY NAUKOWYCH

LWÓW. TELEFON 78-37

ADRES POCZTOWY: LWÓW 14

KOMPLETY DO ĆWICZEŃ PRAKTYCZNYCH Z FIZYKI

MECHANIKA — CIECZE I GAZY — RUCH
DRGAJĄCY I AKUSTYKA — CIEPŁO —
OPTYKA — MAGNETYZM — ELEKTRYCZ-
NOŚĆ — LAMPY ŁUKOWE (CENNIK C. 4).

OPORNIKI SUWAKOWE

WSZELKICH TYPÓW. — CENNIK C. 1.

NAPRAWA i CECHOWANIE

WSZELKICH ELEKTRYCZNYCH
INSTRUMENTÓW MIERNICZYCH.

OBSŁUGA SZYBKA I SUMIENNA

Cenniki i oferty wysyłamy na żądanie.