

MATHESIS POLSKA

Miesięcznik poświęcony
naukom ścisłym i ich metodologii

WYDAWANY PRZY WSPÓŁDZIALE
DR. EDWARDA STENZA, DR. SZCZEPANA SZCZE-
NIOWSKIEGO, DR. KAZIMIERZA ZARANKIEWICZA

PRZEZ
STANISŁAWA WARHAFTMANA



TOM III. ROK 3.

Nr 7—8. Wrzesień — Październik. 1928.

WARSZAWA
SKŁAD GŁÓWNY: KSIĄŻNICA — ATLAS T. N. S. W.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: MARSZAŁKOWSKA 81. TEL. 90-14

TREŚĆ:

St. Ziemecki. Zagadnienia fizyki współczesnej w szkole średniej	115
IV Zjazd Fizyków Polskich. S. Szczeniowski	130
Wrażenia z IV Zjazdu Fizyków Polskich. J. Wasiutyńska	141—147
Bibliografia. (Ref. St. Warhaftman).	
Louis de Broglie. Untersuchungen zur Quantentheorie	} 143—145
— Ondes et mouvements	
— La mécanique ondulatoire	
Arthur Haas. Materiewellen und Quantenmechanik	145
E. Schrödinger. Abhandlungen zur Wellenmechanik	146—147
Kazimierz Bartel. Perspektywa malarska	147

Redakcja i Administracja „*Mathesis Polskiej*” mieści się w Warszawie, ul. Marszałkowska 81, m. 4, tel. 90-14. Konto P. K. O. 12628. Redaktor przyjmuje we wtorki i czwartki w godz. od 6—7 popoł.

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

Rękopisy nie są zwracane. Odbitki artykułów są udzielane za zwrotem kosztów druku.

Redakcja chętnie przyjmuje wszelkie uwagi, mające na celu ulepszenie pisma.

WARUNKI PRENUMERATY:

(Z przesyłką): kwartalnie 6 zł., półrocznie 12 zł., rocznie 20 zł.

Numer pojedynczy 2 zł. Numer podwójny 4 zł.

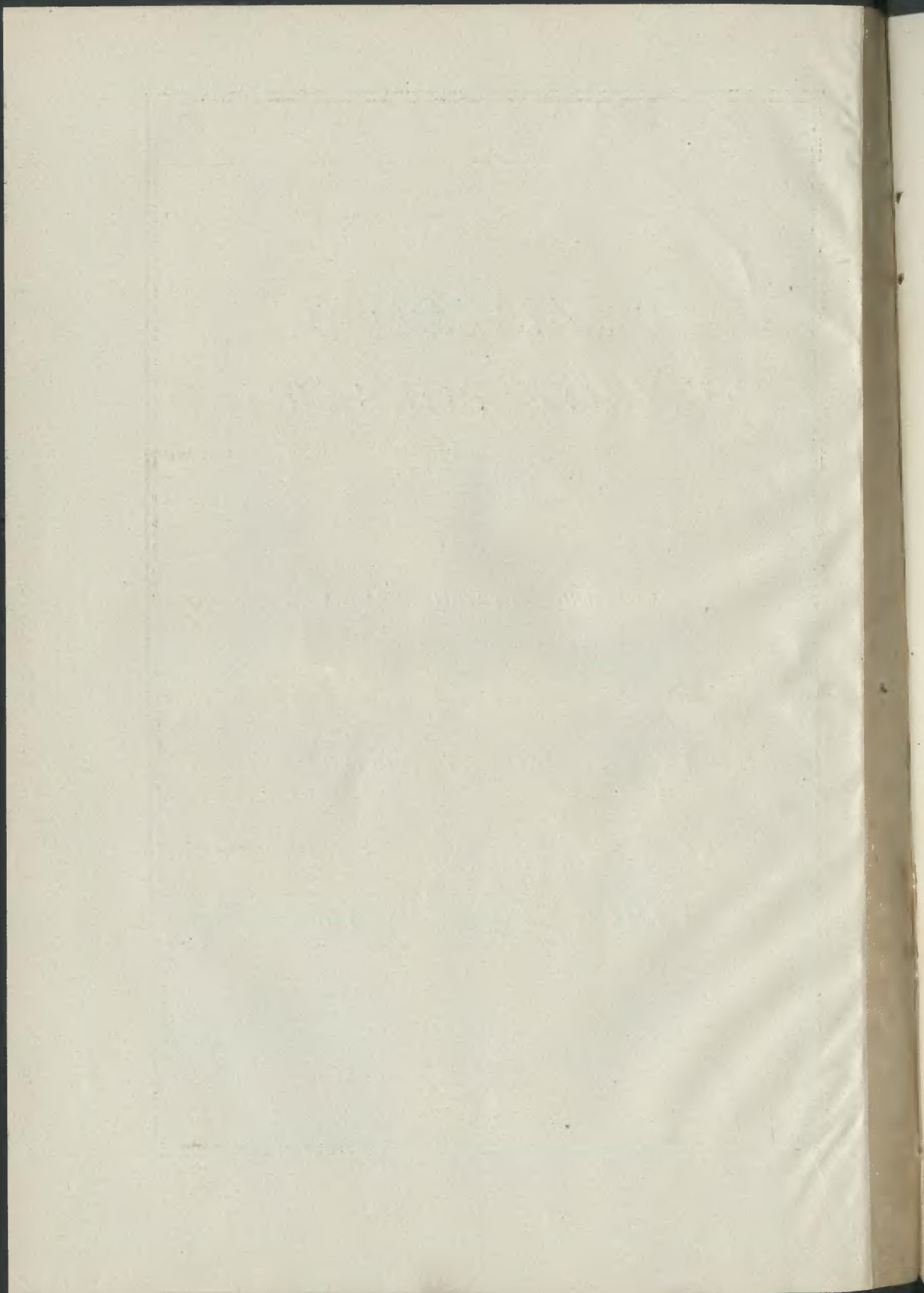
Każdy Czytelnik „Mathesis Polskiej” powinien przyczynić się do rozpowszechnienia pisma.

*IV. ZJAZDOWI
FIZYKÓW POLSKICH
W WILNIE*

28 WRZEŚNIA — 1 PAŹDZIERNIKA 1928 R.

ZESZYT NINIEJSZY POŚWIĘCA

*REDAKCJA
„MATHESIS POLSKIEJ”*



MATHESIS POLSKA

WRZESIEŃ—PAŹDZ. 1928 WARSZAWA TOM III, ROK 3, Nr 7—8

St. Ziemecki.

Zagadnienia fizyki współczesnej w szkole średniej.¹⁾

Dzięki pracom Lamarcka i Darwina ustalili się w wieku XIX poglądy, że ewolucja gatunków zachodzi w sposób ciągły, że dałaby się ona przedstawić w postaci linii wznoszącej się w górę. Zmiany organizmów miały zachodzić stopniowo; drobne powolne przystosowania się do warunków bytu miały prowadzić do coraz nowych form organicznych. Niespodziewane odkrycie Hugo de Vries'a, botanika holenderskiego, zachwiało tę teorię w ciągłość i stopniowość rozwoju. De Vries, hodując wiesiołka Lamarckowskiego (*Oenothera Lamarckiana*), stwierdził, że nowe odmiany tej rośliny powstawały nie stopniowo, lecz raptownie; roślina pierwotna dała od razu siedem odmian, od siebie zgoła różnych. Na miejsce ciągłości ewolucji wystąpił obraz rozwoju zapomocą nagłych przemian gatunków, mutacji, jak je nazwał odkrywca.

Jeżeli skupimy naszą uwagę na rozwoju fizyki w pierwszych dwudziestu latach wieku XX, dostrzeżemy łatwo, że nasza epoka w ewolucji nauki stanowi jakby epokę mutacyjną. Teorie klasyczne, których był wydawcą się trwały, niczem niewzruszony, ustępują naraz miejsca poglądom nowym, obalającym z gruntu ustalony już światopogląd. Tysiączne nowe fakty, odkryte przez fizykę doświadczalną, pokazują jednocześnie badaczom, że w naturze kryje się nieskończenie więcej możliwości, niż to przypuszczała fizyka wieku XIX-go, dumna ze swego mechanistycznego na świat poglądu, mniemająca, że ujęcie matematyczne wszechświata pozwoli jej przewidzieć wszystkie zjawiska przyszłe i odgadnąć przeszłość.

Szkola średnia, jako instytucja z życiem związana, nie może pozostać obojętną na wielkie zdobycze nauki współczesnej. Powstaje jednak pytanie, co z olbrzymiego materiału, zdobytego w ciągu trzydziestolecia fizyki wieku XX, ma wejść w skład nauczania ogólnokształcącego. Samo przez się narzuca się odpowiedź, że tylko to, co zostało w nauce doskonale już ugruntowane, co już nie jest przedmiotem dyskusyj, co nie stanowi poglądu chwilowego, szybko przemijającego. Dalej jest rzeczą jasną, że

¹⁾ Wykład wygłoszony w Sekcji Pedagogicznej IV-go Zjazdu Fizyków Polskich w Wilnie, w dniu 28-ym września 1928 r. z pewnymi uzupełnieniami.

przedmiotem nauczania w szkole średniej mogą być tylko główne, największe zdobycze nauki, że cały balast badań szczegółowych, specjalnych musi być odrzucony. Wreszcie ograniczymy materiał w sposób najbardziej istotny, żądając żeby tematy nauczania mogły być naprawdę przez uczniów samodzielnie przemyślane, żeby mogły być przez nich przetrawione, stając się ich własnością duchową.

W myśl ostatnio wypowiedzianego ograniczenia odrzucimy z nauczania w szkole średniej wszystkie te teorie, które dla swego charakteru matematycznego nie mogą być wyłożone gruntownie, nawet wtedy, gdy doniosłość wyników, do jakich dochodzą te teorie jest olbrzymia z punktu widzenia światopoglądu fizyka. Poprzestaniemy w takich razach na lekkim szkicu przewodnich myśli teorii, nie włączając tego szkicu do programu obowiązującego

Ustaliwszy kryteria, któremi kierować się mamy w wyborze materiału, przejdziemy teraz do przeglądu tego materiału. Gwoli lepszego orientowania się rozklasyfikujemy materiał w sposób następujący: 1) postępy w technice eksperymentowania i pomiarów, 2) fakty i prawa empiryczne, 3) teorie fizyczne.

W wysubtelnieniu metod posunęła się nauka niesłychanie daleko: przecież długość fal świetlnych mierzy się z dokładnością procentową wielokrotnie przewyższającą dokładność pomiaru metra wzorcowego, przecież galwanometr Paschen'a mierzy prądy rzędu 10^{-12} A, a więc takie, które wyzwalałyby 1 cm³ wodoru niemal po 3000 wieków; komórka fotoelektryczna pozwalała do niedawna mierzyć ilości energii rzędu 10^{-8} erga, dziś jednak po wprowadzeniu amplifikacji czułość jej powiększyła się jeszcze miliony razy. Zdobycze fizyki instrumentalnej, rzecz prosta nie mogą stanowić specjalnego tematu nauczania. Nauczyciel wspomni jednak o tych rzeczach okolicznościowo; dane tego rodzaju najdobitniej świadczą o olbrzymim postępie osiągniętym przez ludzkość w dziedzinie nauki.

Co dotyczy praw empirycznych, faktów, niepowiązanych ze sobą teoretycznie, stanowiących niejako surowy materiał, powstrzymamy się od podawania ich w szkole średniej, chyba, że posiadają one jakieś wielkie znaczenie praktyczne, tak na przykład każdy w stopniu mniejszym lub większym uwzględni prawa oporu powietrza, prądy termojonowe, zdolność kontaktów krystalicznych do wyprostowywania prądów przemienionych i t. p.

Główny materiał fizyki nowoczesnej, któryby miała uwzględnić szkoła średnia, stanowią nowe idee teoretyczne i ten zespół faktów, który się koło tych idei grupuje, nadając im trwałe podstawy doświadczalne. Nowe teorie fizyczne zdają się koncentrować koło trzech głównych zagadnień:

zagadnienia zmiany zjawisk wraz z ruchem układu odniesienia, które jest przedmiotem teorii względności, zagadnienia budowy atomu, wreszcie zagadnienia struktury energii promienistej i jej związku z materją, Ostatnio wymienione tematy stanowią przedmiot teorii kwantowej.

Teoria względności nie może być zrozumiana bez należytego rozwinięcia aparatu matematycznego. Najlepszym dowodem tego jest niepowodzenie wszelkich broszur, których zadaniem było spopularyzowanie idei Einsteina. Dały one inteligientnemu ogółowi jedynie mętne wyobrażenie o sprawie. Nie byłoby właściwem pomijać w szkole zupełnie problemat względności. Przeciwnie, należałoby pamiętać o nim już w początkach kinematyki, podkreślając względność wszelkich ruchów w zależności od stanowiska obserwatora. Dalej, w dynamice, t. zw. zasada względności Galileusza, polegająca na tem, że w układzie poruszającym się ruchem jednostajnym i prostoliniowym wszystkie zjawiska mechaniczne zachodzą w ten sam sposób, co i w układzie znajdującym się w spoczynku, powinna być omówiona i ilustrowana przykładami. Przyczyni się to do ożywienia lekcji. Próba wykazania ruchu ziemi za pomocą doświadczenia Michelsona znajdzie miejsce w optyce, w dziale interferencji. W związku z doświadczeniem Michelsona nauczyciel dorzuci kilka ogólnych uwag o teorii względności.

Podkreślać i rozwijać szeroko idee mechaniki relatywistycznej byłoby zdaniem prelegenta rzeczą bezcelową, a nawet szkodliwą. Twierdzenie o równoważności masy i energii stanowiłoby w szkole średniej jedynie pusty frazes pozbawiony wszelkiej treści wewnętrznej. Tego rodzaju uogólnienia mają istotny sens i wartość tylko dla człowieka, który zdolny jest przemyśleć przesłanki prowadzące do skojarzenia pojęć.

Ciekawą jest rzeczą, że w piśmiennictwie podręcznikowym napotykamy naogół poglądy dość krańcowe na wprowadzenie pojęć nowoczesnych do fizyki szkolnej. Francuscy autorowie, naprzykład, pomijają absolutnem milczeniem zagadnienie względności, — że przytoczę dla przykładu dobrą i bardzo rozpowszechnioną we Francji książkę Faivre-Dupaigre et Carimey: „Nouveau Cours de Physique Elémentaire“¹⁾). Na przeciwnym biegunie stoi cieszący się wielkiem uznaniem w Niemczech podręcznik D-ra K. Hahna „Grundriss der Physik“²⁾), który na 7-miu stronach drobnego druku rozwija mechanikę relatywistyczną metodą, nie odznaczającą się ani ścisłością ani jasnością.

Zagadnienie budowy atomu nie nastęrcza w szkole średniej tych samych nieprzewyciężonych trudności matematycznych, co i zagadnienie względ-

¹⁾ Trzy części. Paryż, Masson, 1927.

²⁾ Ausgabe für Knaben- und Mädchenschulen realer Richtung, 2 części. Teubner 1926.

ności. Jest tylko rzeczą niezmiernie doniosłą, żeby tak tu, jak i w innych przypadkach analogicznych, nie podawać w formie dogmatycznej wyników badań, które zresztą nigdy nie mogą być ostateczne, lecz, stopniowo uwzględniając wszystkie przesłanki rozumowania, dochodzić do określonego poglądu na strukturę materji. Byłoby więc błędem nie do darowania, gdyby nauczyciel zaczął od tego, że każdy atom składa się z jądra naelektryzowanego dodatnio i z elektronów, krążących naokoło jądra po elipsach. Wartość kształcąca ma nie ta hipoteza, która zresztą z biegiem czasu może będzie zastąpiona przez inną, lecz obserwacje i rozumowania, które do takiej syntezy prowadzą. Zaczniemy więc przedewszystkiem od przechodzenia elektryczności przez gazy rozrzedzone i od własności promieni katodowych. Zatrzymamy się dłużej na stosunku e/m dla cząstek promieni katodowych, porównamy go z wynikiem otrzymywanym w elektrolizie, podkreślimy niezależność liczby, którą nam dają doświadczenia nad promieniami katodowymi od natury ciał materialnych, znajdujących się w rurce katodowej i od wszelkich innych warunków doświadczalnych, wywnioskujemy stąd o istnieniu elektronów. Powołując się wreszcie na doświadczenia Millikana, wprowadzimy pojęcie o atomie elektryczności. Stosunkowo krótka wzmianka o promieniach kanałowych uzupełni te dane.

O jądrze atomu zaczniemy mówić dopiero po nauce promieniotwórczości, gdy już będą omówione własności promieni α i ich rozpraszanie przy przechodzeniu przez materję. Teraz dopiero zacznie się wyłaniać model atomu Rutherforda - Bohra.

Jeżeli nauka o elektryczności i magnetyzmie poprzedza wykład optyki, dopiero po roku mniej więcej wrócimy do zagadnienia budowy atomu, mianowicie po analizie widmowej. Analizę widmową będziemy jednak szerzej pojmować, niż się to czyniło dawniej. Uwzględnimy nowe zdobycze w poznaniu fal długich i krótkich, nie pominiemy też spektroskopji promieni Röntgena. W analizie widmowej promieni Röntgenowskich naszkicujemy zlekka metodykę eksperymentalną¹⁾, zatrzymamy się natomiast gruntownie na prawie Mosely'a, które może i musi być należycie zrozumiane przez uczniów. Prawo to uwypuklające rolę numeru porządkowego pierwiastka, otwiera myśli nowe horyzonty, rzucając snop światła na jedność planu budowy materji, na głęboką łączność istniejącą

¹⁾ W dyskusji P. Prof. W. Staszewski (Wilno) słusznie podkreślił, że obecnie można się już powołać na użycie zwykłej siatki dyfrakcyjnej szklanej w badaniach widmowych promieni Röntgenowskich. Odpada tym sposobem konieczność przedstawiania metody Braggów. Na Zjeździe Wileńskim była też referowana przez P. D-ra A. Sołtana (Warszawa) własna praca nad użyciem siatki szklanej w części widma, stanowiącej przejście od promieni H do ultrafioletu.

między pierwiastkami, na istotę układu Mendelejewa. Przy tej sposobności wrócimy również do kwestji promieniotwórczości, omawiając istnienie izotopów, przynajmniej dla przypadku ołowiu. Aby myśl moją uwypuklić pozwolę sobie przypomnieć w kilku słowach, na czym polegało odkrycie M o s e l e y'a. M o s e l e y pierwszy zastosował w roku 1913 metodę B r a g g'ów otrzymywania widm w dziedzinie promieni Röntgena do systematycznych badań nad pierwiastkami chemicznymi. W tym celu w rurze specjalnej konstrukcji dawał antykatody, zawierające pierwiastki o rosnących ciężarach atomowych. W badaniach tych stwierdził M o s e l e y istnienie dwu praw:

- 1) ogólny typ widma liniowego Röntgenowskiego jest dla wszystkich pierwiastków jeden i ten sam;
- 2) określona linja widmowa przesuwana się regularnie w stronę fal krótkich w miarę wzrastania numeru porządkowego pierwiastka w układzie periodycznym.

Numer porządkowy związany jest z kolejnością występowania pierwiastka w tablicy Mendelejewa. Tak wodór, który się odznacza najniższym ciężarem atomowym, ma numer porządkowy 1, hel — 2, lit — 3 i t. d.

Figury 1-sza i 2-ga ilustrują treść praw Moseley'a. Na fig. 1-szej widzimy pewną grupę linii (t. zw. serję K) pierwiastków: As (Nr 33), Se (34), Br (35), Rb (37), Sr (38), Nb (41), Rh (45). Łatwo zauważymy, że w zasadzie wszystkie pierwiastki dają widma tego samego typu; dalej rzuca się w oczy prawidłowość przesuwania się prążków ku falom

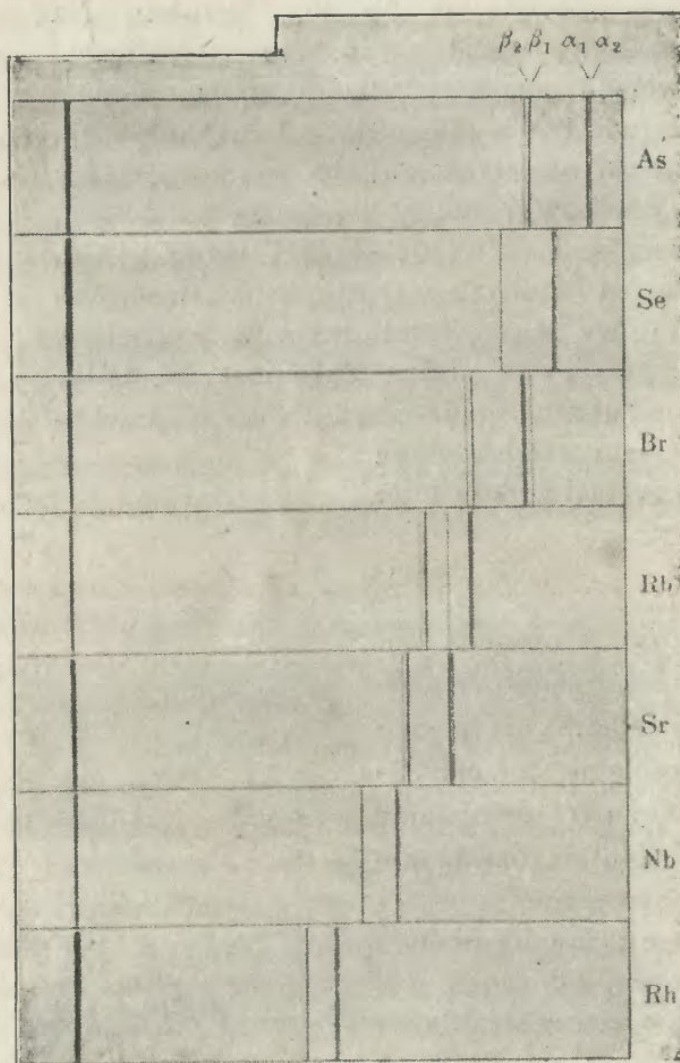


Fig. 1.

krótkim (wlewo) w miarę wzrastania numeru porządkowego pierwiastka. Raptowny skok linii przy przejściu od Br do Rb odrazu nam nasuwa myśl, że jakiś pierwiastek został opuszczony; istotnie, ze względu na trudności doświadczalne, został pominięty pierwiastek Nr 36 — krypton. Na fig. 2-giej został przedstawiony graficznie związek pomiędzy numerem porządkowym pierwiastka a długością fali prążka emisji. Na osi odciętych zostały podane numery porządkowe; mamy tu, jeden za drugim, pierwiastki: Zn (30), Ga (31), Ge (32) i t. d. Na osi rzędnych wzięto pierwiastek kwadratowy z częstości drgań ν , podzielony przez pewną stałą. Zależność pomiędzy wielkościami może być z dużym przybliżeniem przedstawiona w postaci funkcji linjowej

$$\sqrt{\frac{\nu}{R}} = A(N - B),$$

gdzie N oznacza numer porządkowy pierwiastka, A i B są wielkościami stałymi. Jeżeli nawet pominiemy absolutnie rozważanie teoretyczne, to już na mocy danych powyższych widocznym będzie, że w strukturze atomów wszystkich pierwiastków tkwią widocznie pewne cechy wspólne, znajdujące swe odzwierciedlenie w identyczności widm, a dalej —

że numer porządkowy musi być związany z jakąś nader istotną cechą struktury atomu. Powołując się na rozpraszanie cząstek α przez materię,

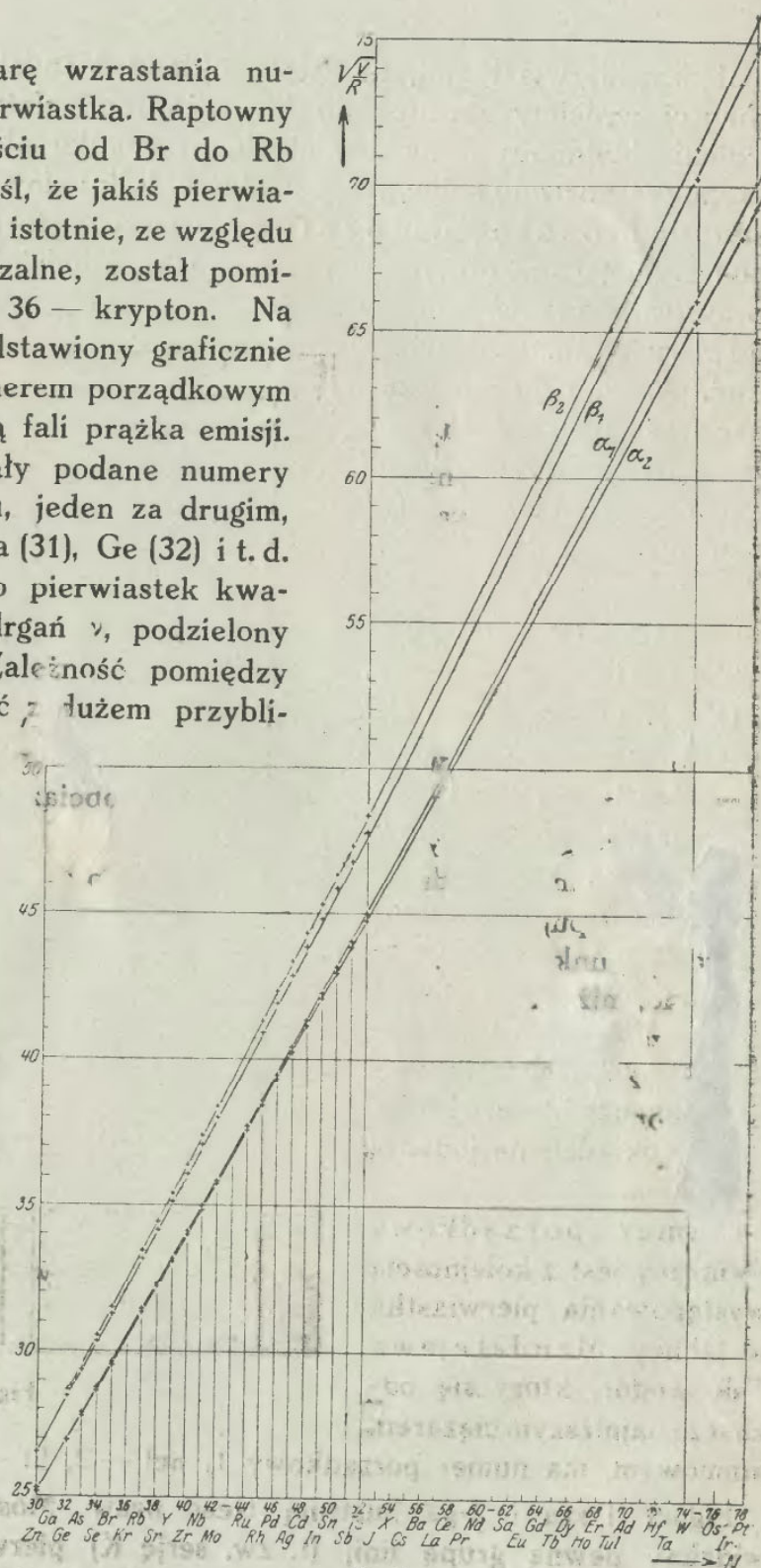


Fig. 2.

o czym już była mowa wyżej, można wykazać, że numer porządkowy odpowiada liczbie ładunków elementarnych, posiadanych przez jądro atomu.

Nikomuz z fizyków, mających jakikolwiek kontakt z nauką, nie przyjdzie na myśl, że prawo M o s e l e y'a, ta największa może zdobycz badań eksperymentalnych wieku XX-go mogłoby być pominięte w nauczaniu. W sferach pedagogów pogląd taki nie jest dotychczas ugruntowany. Tak Dr. Hahn w książce którą cytowaliśmy powyżej, nazwiska M o s e l e y'a nie wymienia wcale, o przesunięciach linii widmowych Röntgenowskich wraz z numerem porządkowym pisze tylko mimochodem, poświęcając na to jedynie kilka zdań lakonicznych. W podręczniku francuskim Faivre-Dupaigre'a o tej sprawie nawet wzmianki najlżejszej nie spotykamy. Znacznie więcej zrozumienia ważności tych kwestyj okazują filozofowie. W podręczniku szkolnym filozofji A. R e y'a²⁾, autor poświęcił pięć stron zagadnieniu widm Röntgenowskich w związku ze strukturą atomu.

Rozumie się samo przez się, że w spektroskopji uwzględnimy, przynajmniej opisowo, zagadnienie seryj widmowych. Chcąc pogłębić tę sprawę, należałoby omówić ją z punktu widzenia teorii kwantów. Nie wydaje się to koniecznym, a na wet — potrzebnym, gdyż wyprowadzenie wzorów seryj wodoru lub helu wymagałoby nowego kierunku umysłu ucznia obliczeniami, czego należy unikać.

Niepożwoleni jest jednak pominięcie samego zagadnienia kwantów; koło kwantów grupują się prawie wszystkie badania spólczesne; jest to obecnie centralny punkt fizyki. Z punktu widzenia ilościowego kwanty niegorzej są nabe mechaniczny równoważnik ciepła, a prawo Einsteina sprawdza się lepiej, niż wiele praw, które szeroko omawia fizyka szkolna. Prawda, że pomimo wszystko stosunek kwantów do fal nie jest jasny, gdzie teorie spólczesne nie dają tu żadnego obrazu poza formalnem, matematycznym ujęciem sprawy, a porównania w rodzaju tego, że kwanty są jak pianą na falach, nic właściwie nie mówią. Nie może nas to jednak zrażać. W nauczaniu niezbędna jest szczerść. Pożądaniem jest, by uczeń wyzbył się fałszywego poglądu, iż nauka stanowi całość harmonijnie zakończoną, dającą ostateczną odpowiedź na wszystkie pytania umysłu ludzkiego.

W szkole damy kwantom mocną podstawę doświadczalną; pokażemy, jak fakty zmuszają nas niemal do założenia, że energja promienista na powierzchni falowej nie jest rozmieszczona w sposób ciągły, lecz — skupiona w pewnych punktach, dalej — jak badania ilościowe potwierdzają myśl, że te skupienia są identyczne z kwantami, które już P l a n c k wpro-

²⁾ A. Rey, prof. Uniwersytetu Paryskiego, Leçons de philosophie, Paryż, F. Rieder, 1925, t. II, str. 143 i nast.

wadził w swoich rozważaniach matematycznych, dotyczących promieniowania ciała czarnego.

Pp. Organizatorzy Zjazdu wyrazili życzenie, bym sprawę kwantów w szkole średniej szerzej rozwinął. Pozwolę sobie tedy przedstawić kompletny plan lekcji kwantom poświęconej.

Punktem wyjścia będzie zjawisko fotoelektryczne. Polega ono na tem, że jeżeli płytkę metalową naświetlić, traci ona ładunek elektryczny, który posiadała. Występuje tu asymetria pomiędzy elektrycznością dodatnią a ujemną. Strata elektryczności ujemnej zachodzi kilkadziesiąt razy prędzej, aniżeli strata elektryczności dodatniej. Fakt zasadniczy bardzo łatwo można zademonstrować nawet środkami szkoły średniej. Płytkę (fig. 1-sza) łączy się z możliwie czułym elektroskopem typu

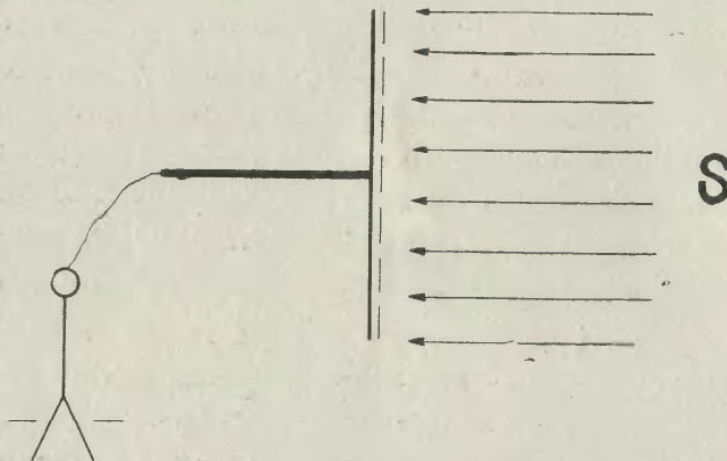


Fig. 3.

szkolnego. Jako metalu najlepiej użyć cynku świeżo amalgamowanego, jako źródła światła — łuku Volty pomiędzy elektrodami żelaznymi; łuk taki stanowi bardzo obfite źródło promieniowania ultrafioletowego, choć można też użyć i zwykłych węgli. Obraz łuku należy rzucić na płytkę za pomocą

soczewki kwarcowej, gdyż szkło nie przepuszcza promieni nadfioletowych. Tanie soczewki kwarcowe, jako szkła do okularów, mają wszystkie większe firmy optyczne, w sklepach soczewki kwarcowe noszą nazwę kryształowych. Wstawienie w bieg promieni szybki szklanych zmniejsza w sposób bardzo widoczny szybkość opadania listków; jest to dowodem, że wybitną rolę w przebiegu zjawiska gra długość fali świetlnej.

Szczegółowe poznanie zjawiska fotoelektrycznego zawdzięczamy Elsterowi i Geitlowi, dalej Lenardowi i wreszcie Millikanowi. Lenard (1900 — 1902) stwierdził przede wszystkim, że pod wpływem światła metale wyrzucają elektrony, a dalej ustalił dwa prawa następujące:

- 1) Liczba elektronów wyrzucanych przez powierzchnię metalową jest proporcjonalna do natężenia światła.
- 2) Prędkości elektronów nie zależą od natężenia światła, lecz — od długości fali światła użytego.

Naturalnem wydaje się przypuszczenie, że zjawisko fotoelektryczne polega na przemianie energii promienistej w energię kinetyczną elektronów. Takie przypuszczenie odrazu nam tłumaczy istnienie prawa 1-go. Trudno jednak zrozumieć w świetle tej hipotezy prawo 2-gie. Prędkość elektronów wyrzucanych powinna być funkcją natężenia światła, jeżeli elektrony czerpią swą energję z fali świetlnej. Trudność pojmowania mechanizmu zjawiska powiększy się, jeżeli rozpatrzemy liczbowo stosunki energetyczne. Najśłabsze nawet światło działa na komórki fotoelektryczne, wynalezione przez Elstera i Geitla (o urządzeniu komórek tych powiemy niżej). Świeca normalna ustawiona w odległości 3 metrów daje olbrzymie i natychmiastowe wychylenie czułego elektrometru połączonego z metalem komórki. Energetyka promieniowania świecy jest znana, na 1 cm.² powierzchni, umieszczonej w odległości 3 metrów, pada mniej, niż 1 erg na sekundę. Ile energii pada na atom? Zakładając, że średnica atomu jest rzędu 10⁻⁸ cm., otrzymamy na pole przekroju atomu liczbę nie przewyższającą 10⁻¹⁵ cm²; jeden atom pobiera zatem w ciągu 1 sekundy mniej niż 10⁻¹⁵ ergów promieniowania. Ponieważ energja elektronów wyzwolonych jest rzędu 10⁻¹² ergów, więc w najlepszym razie dopiero po tysiącach sekund powinnaby zachodzić emisja elektronów. W obliczeniu dotychczasowem braliśmy pod uwagę całkowitą energję promieniowania widzialnego świecy. W zjawisku fotoelektrycznym czynne są głównie promienie bardziej łamliwej części widma. Ilość energii skutecznej, padającej na atom, jest mniejsza, niżesmy obliczyli; jest ona tak nikła, że dopiero po trzech godzinach mogłaby wystarczyć na wyzwolenie elektronu. Sprzeczność z faktem, że zjawisko fotoelektryczne zachodzi natychmiast, bez żadnych opóźnień, bije w oczy.

Upada zatem hipoteza o bezpośredniem przechodzeniu energii promienistej w energję elektronów. L e n a r d wysunął myśl, że elektrony nabierają prędkości dzięki zapasowi energii istniejącemu wewnątrz atomu, że energja promienista jest tylko czynnikiem wyzwalającym. Przypuszczenie to wydaje się możliwem; trudno zeń jednak wysnuć jakiegokolwiek wnioski ilościowe. Wprowadza ono czynnik, wymykający się z pod naszej kontroli.

Spróbujmy wpleść w bieg naszego rozumowania nowy element. P l a n c k, opracowując koło roku 1900 teorię promieniowania ciała doskonale czarnego, otrzymał wzory zupełnie zgodne z doświadczeniem, zakładając, że promieniowanie występuje w emisji i absorbcji w postaci elementów energii, t. zw. kwantów. Ze względu na postać wzorów musiał on założyć, że wartość liczbowa tych elementów energii jest proporcjo-

nalna do częstości drgań promieniowania¹⁾; tym sposobem element energii $\epsilon = h\nu$, gdzie h oznacza współczynnik proporcjonalności, który z biegiem czasu otrzymał miano stałej Planck'a. Przypuśćmy, że to właśnie owe kwanty planckowskie są czynne w zjawisku fotoelektrycznym i że nie są one rozlane po powierzchni falowej, lecz skupione w pewnych punktach, tworząc jakby pociski energii. Ta hipoteza prowadzi odrazu do wzoru ilościowego na efekt fotoelektryczny:

$$h\nu = \frac{1}{2} mv^2 + p \quad \text{lub} \quad h\nu - p = \frac{1}{2} mv^2 \quad (1)$$

We wzorze p oznacza pracę niezbędną na wydobycie elektronu z atomu na powierzchnię metalu. Wzór powyższy mówi nam, że kwant energii zużytkowywany jest na wydobycie elektronu na powierzchnię i nadanie mu pewnej prędkości. Praca p będzie niejednakowa dla elektronów, należących do różnych warstw metalu. Dla elektronów głębszych będzie większa. Najmniejszym będzie p w przypadku tych atomów, które tworzą warstwę najbardziej zewnętrzną gdy w dodatku elektrony wybiegają prostopadle do powierzchni metalowej, te elektrony charakteryzuje najmniejsza wartość p , a więc przy danym ν (oświetlenie monochromatyczne) — największe v .

Sprawdzenie ilościowe wzoru powyższego zawdzięcza nauka Millikanowi, genialnemu eksperymentatorowi amerykańskiemu. Było ono rzeczą tak trudną, iż rozwikłaniem splotu trudności doświadczalnych zajmował się Millikan wraz ze swymi współpracownikami przez lat 10 przeszło (1905 — 1916). Plan ogólny doświadczeń odznaczał się prostotą. Należało okazać, że energia kinetyczna elektronów, wyrzucanych przez metal, jest funkcją liniową częstości drgań światła, użytego w doświadczeniu i że stała h ma właśnie wartość liczbową stałej Plancka. Ale tu się nasuwa odrazu trudność zasadnicza. Elektrony wyrzucane przez metal pod wpływem światła jednobarwnego mają przecież naogół prędkości najrozmaitsze, gdyż p ma najrozmaitsze wartości zależnie od głębokości warstwy z której jest wyrzucany elektron, — od kąta pod którym opuszcza elektron powierzchnię i t. p. Największą prędkość będą miały elektrony, wyrzucane normalnie przez najbardziej zewnętrzną warstwę metalu. Aby mieć do czynienia z elektronami określonymi, wybiera Millikan — najprędsze, o których istnieniu dopiero co mówiliśmy. Aby znaleźć energię elektronów wyrzucanych, umieszcza on naprzeciw płyty metalowej

¹⁾ Częstość drgań promieniowania ν daje nam wzór długości fali $\lambda = c/\nu$ gdzie c oznacza prędkość rozchodzenia się fal. Widzimy, że w swym zasadniczym wzorze zależy teoria kwantów od koncepcji o falowym charakterze energii promienistej.

wiaderko Faraday'a, które chwyta elektrony wyrzucane przez płytę. Płyta nadaje pewien potencjał dodatni, który hamuje elektrony o prędkości odpowiadającej warunkowi $Ve = \frac{1}{2} mv^2$, gdzie V oznacza potencjał,

e — ładunek elektronu. Przy pewnym maksymalnym potencjale V , odpowiadającym elektronom prędkości maksymalnej, wiaderko nie otrzymuje żadnego ładunku. Oznaczając przez V maksymalny potencjał i przez v odpowiadającą mu prędkość maksymalną otrzymujemy na podstawie wzoru 1-go i wzoru dopiero co wprowadzonego:

$$h\nu = V'e + p; \quad (2)$$

$$V' = \frac{h\nu}{e} - \frac{p}{e}$$

A zatem, potencjał hamujący najprędsze elektrony powinien być funkcją liniową częstości drgań światła użytego w badaniach. Z nachylenia krzywej powinno się otrzymać h , gdyż ładunek elementarny e jest znany.

Teoria Planck'a daje na stałą h , wartość 6.55×10^{-27} erg. sek.¹⁾, z badań nad zjawiskiem fotoelektrycznym wynika, że $h = 6,58 \cdot 10^{-27}$. Różnica nie przewyższa $1/2\%$. Tłumaczy się łatwo ogromnymi trudnościami eksperymentów.

Jedną z nich podkreślimy. Chcąc istotnie nabrać przeświadczenia, że przewidywana zależność jest liniowa, należało operować długościami fali w nader rozległych granicach zmienności; wynikała stąd konieczność stosowania metali wrażliwych tak na ultrafiolet jak i długie fale widzialnej części widma. Z dawnych badań Elstera i Geitla wiadomem było, że takie własności posiadają tylko metale alkaliczne. Millikan używał

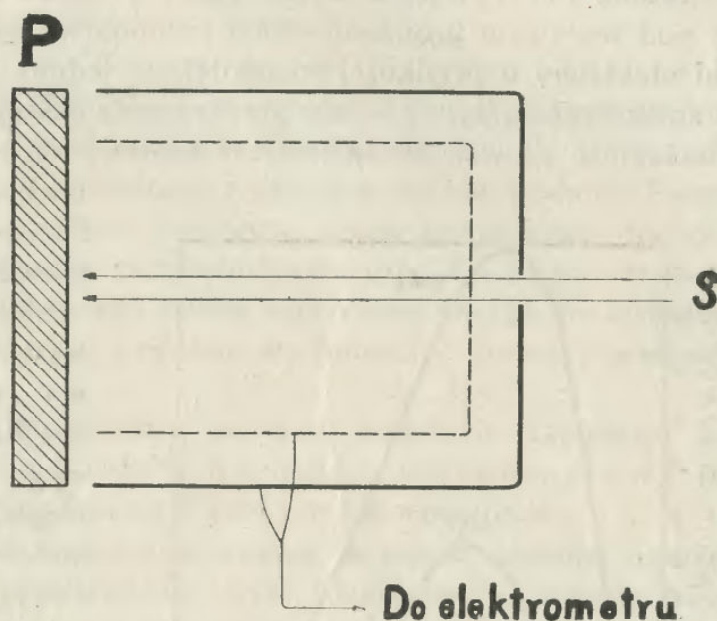


Fig. 4.

P oznacza płytę metalu alkalicznego, naświetlaną przez wiązkę S. Wiaderko Faraday'a składa się z dwu części, odprowadzonych do elektrometru. Wewnętrzna część wiaderka zrobiona jest z siatki metalowej.

¹⁾ We wzorze Planck'a $\epsilon = h\nu$ epsilon oznacza energję, mierzy się je zatem w ergach; ν , częstość drgań, ma wymiar sek⁻¹; h zatem posiada wymiar erg. sek.

w badaniach swych sodu i litu; dzięki temu badania jego rozciągały się na dziedzinę od 240 do 680 m μ . Zjawisko fotoelektryczne jest zjawiskiem kapryśnym, najmniejsze zanieczyszczenie powierzchni zmienia jego przebieg; metale alkaliczne są najbardziej ze wszystkich wrażliwe na działanie tlenu, pary wodnej, dwutlenku węgla. Nietylko trzeba było wszystkie części aparatury umieścić w próżni, lecz w dodatku w próżni też należało te powierzchnie oczyszczać specjalnym nożem. Fizyk amerykański musiał stworzyć w próżni cały warsztat mechaniczny.

Metoda Millikana wyznaczania h opiera się całkowicie na fakcie, że pod wpływem promieniowania jednobarwnego wysyłane są przez metal elektrony o prędkości rozmaitej, że jednak te prędkości urywają się w sposób nieciągły, że — nie przekraczają pewnej prędkości maksymalnej. Nieciągłość zjawisk emisji jest też faktem, na którym opierają się i inne

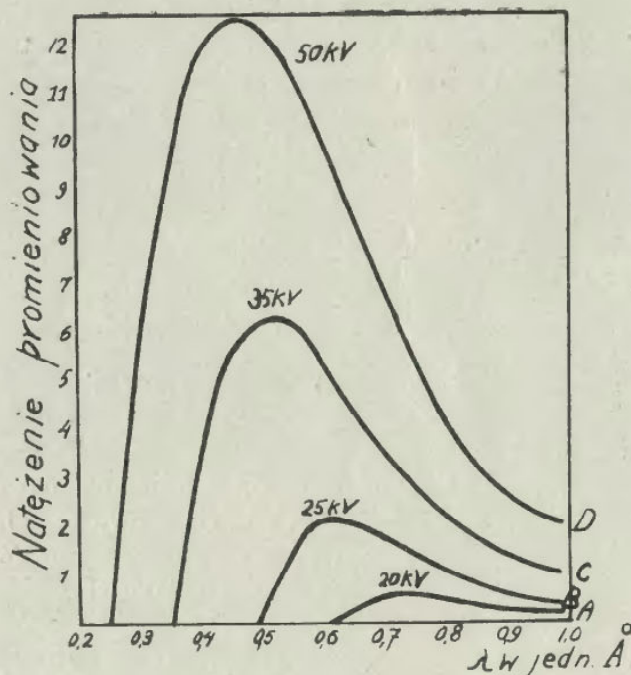


Fig. 5.

A, B, C, D, są krzywami natężeń energii w widmie Röntgenowskim ciągłym, odpowiadające-
mi potencjałom od 20 do 50 kV (1 kV, kilowat
= 10^3 woltów). Kres widma przesuwa się od
0.6 Å, mniej więcej, do 0.25 Å.

metody wyznaczania stałej Planck'a. Jeszcze jedną taką metodę przedstawimy tutaj.

Metoda kresu ciągłego widma Röntgenowskiego ma za punkt wyjścia fakt, że antykatoda, prócz widma linjowego, wysyła zawsze i widmo ciągłe, które urywa się raptownie po stronie fal krótkich. Pozycja kresu widma zależy od napięcia na biegunach rury; gdy napięcie rośnie, kres przesuwa się w stronę fal krótkich. Kwanty niezmiernie prosto wyjaśniają fakt powyższy. Gdy powstają promienie Röntgena wskutek uderzeń elektronów o materię antykatody, energia kinetyczna elektronów przemienia się w kwanty energii promienistej. Kwant nie może być większy od tej energii, a więc:

$$Ve = \frac{1}{2} mv^2 \leq h\nu^1)$$

¹⁾ Pracę γ , eb , ν ν 1-szy, pomijamy w tym przypadku jako liczbę małą w porównaniu z $\frac{1}{2} m v^2$. W ν różnice potencjałów, istniejące w rurkach Röntgenowskich, nadają elektronom olbrzymie prędkości.

gdzie V oznacza potencjał, nadający w rurze Röntgenowskiej pęd elektronom. Kres widma odpowiada znakowi równości. Nie wchodząc w szczegóły techniczne podkreślimy, że metoda powyższa daje na h $6,55 \cdot 10^{-27}$ erg. sek.

Widzimy z powyższego że jedno i to samo równanie $h\nu = \frac{1}{2}mv^2 + p$

rozwiązuje zagadnienie tak przechodzenia energii promienistej w energię kinetyczną elektronów, jak i przejście odwrotne. To równanie uniwersalne otrzymało, na cześć odkrywcy, nazwę prawa Einstein'a; ono stanowi trwałą podstawę doświadczalną teorii kwantowej.

Możnaby wymienić jeszcze kilka zjawisk, gdzie się prawo Einstein'a daje zastosować ilościowo. Wszystkie one prowadzą w granicach błędów spostrzeżeń do identycznej wartości współczynnika.

Na tem, mniemam, należy ograniczyć kwanty w szkole średniej. Teoria kwantowa promieniowania atomu nastrocza sporo komplikacyj rachunkowych. Co najwyżej możnaby uwzględnić założenie Bohra o tem, że wypromieniowywany kwant energii równa się różnicy energii początkowej i końcowej elektronu w atomie, i ogólnie wytłumaczyć prawa powstawania seryj widmowych

Sądzę, że jeżeli tak ograniczymy materiał uczniowie zapoznają się z głównymi zagadnieniami z dziedziny kwantów, a nie nauczą się rzeczy, któreby potem musieli wybijać sobie z głowy w uniwersytecie.

Reasumując, powiem, że fizyka nowoczesna w szkole średniej narazie powinna stanowić tylko uzupełnienie fizyki klasycznej. O przebudowie całego gmachu byłoby przedwczesnem mówić. Owe uzupełnienia nie powinny zająć więcej, niż jakieś 10 godzin lekcyj, nie mogłyby więc obciążyć programu.

Kończąc, pozwolę sobie wrócić raz jeszcze do zjawiska fotoelektrycznego. Temat ten może prowadzić do podkreślenia faktu, na który zawsze nauczyciel powinien zwracać uwagę swych uczniów, — że każda, choć najbardziej daleka od życia, zdobycz nauki czystej może się stać z biegiem czasu punktem wyjścia ważnych zastosowań praktycznych. Efekt fotoelektryczny, który trzydzieści lat temu był jedynie efemerycznem zjawiskiem, ciekawostką, dziś stał się podstawą metody fotometrycznej, która oddaje olbrzymie usługi tak w technice, jak w fizyce doświadczalnej i astronomji. Wprowadzenie tej metody zawdzięczamy Elsterowi i Geitlowi, którzy przez lat trzydzieści doskonalili swe komórki fotoelektryczne.

Przypomnijmy, że komórka fotoelektryczna składa się z bańki szklanej, w której katodę stanowi warstwa metalu alkalicznego, a anoda — zaś odprowadzona jest do czułego elektrometru (fig. 6-ta).

Jeżeli katodę połączymy z biegunem ujemnym baterji, a anodę z elektrometrem i następnie na katodę rzucimy wiązkę światła, elektrony wysyłane przez katodę będą biegły ku anodzie i zmiana ładunku elektrometru będzie miarą działania światła. Elster i Geitel zaczęli swe prace w roku 1889; w roku 1916 osiągnęli takie wyniki ulepszeń, że ich komórka stała się wrażliwszą na światło, niż wypoczęte oko ludzkie. Napozór rezultat ten wydaje się mało imponującym. Dopiero w świetle cyfr można go ocenić należycie. Świeca Hefnera, mało różniąca się od świecy stearynowej, rzuca

na 1 cm^2 w odległości 1 metra w ciągu sekundy ilość światła, odpowiadająca 8.1 erga; źrenica oka umieszczonego w odległości 1 metra posiada stosunkowo mały otwór swobodny tak, że przechodzi przez nią tylko 0.6 erga w ciągu jednej sekundy.

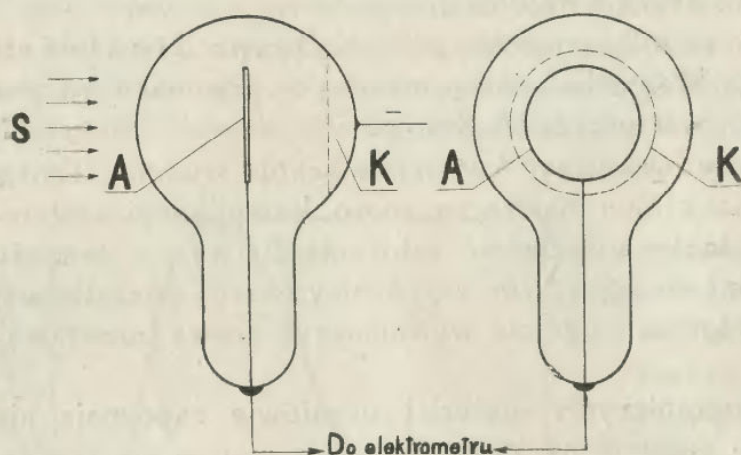


Fig. 6.

Komórka fotoelektryczna w dwu rzutach. K oznacza katodę z metalu alkalicznego. Pierścień A tworzy anodę, połączoną z elektrometrem.

kości, które dają tę samą ilość energii świetlnej, co i świeca ustawiona w odległości 11 kilometrów. Oko otrzymuje w tych warunkach od gwiazdy w ciągu sekundy ilość światła $= 0.5 \cdot 10^{-8}$ erga. Jest to ilość znikomo mała; trzebaby 2700 wieków, aby za pomocą tej ilości energii ogrzać 1 mgr. wody o 1°C . Tę niesłychaną wrażliwość oka na małe ilości energii świetlnej udało się wyżej wymienionym badaczom niemieckim przewyższyć dość znacznie. Technika eksperymentalna współczesna poszła dalej jeszcze. Wprowadzając w grę amplifikację za pomocą lampki katodowej, udało się powiększyć czułość metody jeszcze miliony razy. Komórka fotoelektryczna stała się jednym z najsubtelniejszych narzędzi badania naukowego.

Sądzę, że Sz. Państwa zainteresuje wiadomość, że Elster i Geitel, których nazwiska tak często wspominaliśmy w odczycie dzisiejszym, z za-

wodu byli nauczycielami szkoły średniej. Ich życie i praca naukowa spletały się ze sobą jak najściślej. Urodzeni w tym samym 1855 roku w Brunświku, ukończyli równocześnie gimnazjum humanistyczne, obydwaj poświęcili się następnie studjom nad fizyką i naukami przyrodniczymi. W roku 1881 obydwaj zostali nauczycielami gimnazjum w Wolffenbüttel pod Brunświkiem. Odtąd nie mieli się już rozstawać do śmierci. Mieszkali w jednym domu, urządziwszy na parterze willi wspólne laboratorium. Ogłosili wspólnie 120 prac; pomiędzy nimi wiele — otwierających nowe drogi badania eksperymentalnego. Zaczęli od elektryczności atmosferycznej. Szukając przyczyny dodatniego ładunku atmosfery, zatrzymali się na zjawisku fotoelektrycznym; w tej dziedzinie odkrywają szereg faktów podstawowych. Zjawiska fotoelektryczne nie pozwoliły im wytłumaczyć całości kształtu zjawisk ładunku atmosfery. Szukają wtedy przyczyn nowych. W tych poszukiwaniach dokonywują kapitalnego odkrycia istnienia ciał promieniotwórczych w atmosferze.

Czyta się prace Elstera i Geitla z żywym zadowoleniem estetycznym; widać tam na każdym kroku jasno cel przyświecający autorom, zadziwia prostota i przyrzystość aparatury; zachwyca łatwość przewycięzania trudności. Zaczynali zawsze od zjawisk najelementarniejszych. Oto ich pierwsza obserwacja fotoelektryczna z roku 1889. Czasza cynkowa o średnicy 20 cm. znajdowała się w ogrodzie przed willą. Była odizolowana i połączona z mało czułym elektrometrem (około 50 podziałek na 1 wolt), umieszczonym w pokoju. Czasza była osłonięta ochronnym naczyniem metalowem. Podnosząc przykrywkę, przekonano się, że świeżo oczyszczona powierzchnia cynkowa jest wrażliwa tak na promienie słoneczne, jak i na rozproszone światło dzienne.

Władze szkolne czyniły Elsterowi i Geitlowi wielkie ustępstwa w sprawie redukcji obowiązkowych godzin nauczania. Otrzymali szereg odznaczeń naukowych. Próbowano powołać ich wspólnie na katedrę uniwersytecką, odmówili, twierdząc, iż cisza sprzyja ich twórczości naukowej.

W roku 1920 zmarł Elster, w trzy lata po nim — Geitel. Wzruszającą była istotnie przyjaźń serdeczna tych ludzi nierozłącznych. Ich życie jednak nie tylko jest ciekawe jako nowoczesna realizacja przyjaźni takiej, jaką żywili w starożytności legendarni Orestes i Pylades. Jest ono pouczające, jako dowód, że praca nauczycielska nie wyklucza wcale pracy naukowej.

Jeżeli więc dziś w Polsce widzimy, że trudne warunki czasów powojennych, wkładając na nauczyciela nadmierny balast pracy pedagogicznej,

zmuszają go do zaniedbywania nie tylko nauki, ale i zagadnień dydaktycznych, nie możemy uznać tego za fakt normalny. Obserwując życie naokoło siebie, przekonywamy się, że niedomagania i trudności okresu powojennego powoli zanikają, wszystko dźwiga się stopniowo ku lepszemu.

A zatem i głęboka przepaść, którą wykopało życie pomiędzy nauczycielem szkoły akademickiej, a nauczycielem szkoły średniej, musi zmniejszać się stopniowo.

IV. Zjazd Fizyków Polskich.

Przeгляд referatów wygłoszonych na IV Zjeździe Fizyków Polskich w Wilnie.

Po zakończeniu części oficjalnej otwarcia Zjazdu nastąpił wykład prof. *Weysenhoffa* p. t. „Nowe teorie kwantowe”. Prelegent zobrazował na wstępie powstanie wprowadzonego do fizyki przez *Plancka* pojęcia kwantu oraz znaczenie, jakiego nabrała ta koncepcja w związku z hipotezą *Bohra* budowy atomu; następnie przeszedł do zreferowania zasadniczych myśli teorii, z którą wystąpił w 1924 r. *De Broglie*, otwierając w ten sposób nowy okres szybkiego rozwoju teorii budowy atomu. *De Broglie* zakłada, że z każdą cząstką materji, znajdującą się w danym układzie spólrzędnych w spoczynku, związana jest w przestrzeni otaczającej pewna fala stojąca. Częstość tej fali wynika z wzoru wiążącego w teorii względności masę i energję:

$$E = mc^2$$

i z wzoru kwantowego Einsteina

$$h\nu = E$$

gdzie m oznacza masę, ν — częstość drgań, E — energję, c — prędkość światła, a h — stałą powszechną *Plancka*. Jak wynika z łatwego rachowania, dla obserwatora względem którego elektron porusza się z prędkością v fala stojąca staje się falą, rozchodzącą się w przestrzeni z prędkością u większą od prędkości światła a określoną wzorem

$$u = \frac{c^2}{v}$$

Długość tej fali związanej z cząsteczką wynosi h/mv . Jeżeli z daną cząstką materjalną związać nie jedną lecz grupę fal, to okazuje się, że prędkość samej cząsteczki jest równa prędkości grupowej tej grupy fal.

W dalszym ciągu referent wskazał na podniesioną przez de Broglie'a analogię zachodzącą pomiędzy optyką geometryczną i mechaniką klasyczną z jednej a optyką falową i mechaniką falową z drugiej strony. Mechanika zwykła może zdać sprawę ze zjawisk makroskopowych, podobnie jak optyka geometryczna oddaje usługi wszędzie tam, gdzie długość fali można uznać za znikomo małą. W świecie atomowym potrzeba obok optyki falowej także i mechaniki falowej.

Myśl de Broglie'a rozwinął dalej Schrödinger, wprowadzając swoje równanie falowe w postaci równania różniczkowego o pochodnych cząstkowych. Równanie Schrödingera posiada rozwiązanie skończone i ciągłe w całej przestrzeni tylko przy pewnych wartościach parametru, którym jest energia atomu, odpowiadających poziomom energetycznym w atomie Bohra. Wynik ten godny jest uwagi przede wszystkim dlatego, że w przeciwieństwie do twórców klasycznej teorii kwantów Schrödinger nie wprowadzał zupełnie założenia nieciągłości, i rozwiązując zagadnienie ogólnie doszedł do powyższego rezultatu.

Mechanika kwantowa Heisenberga powstała na zupełnie innych podstawach, — jest to właściwie mechanika krańcowej nieciągłości. Heisenberg odrzuca wszystko to, co nie jest dostępne dla doświadczenia, i rozwija swoją teorię w sposób czysto abstrakcyjny, nie posługując się żadnym modelem. Wielkościom fizycznym Heisenberg przypisuje nie pojedyncze liczby, a całe nieskończone macierze. Na macierzach można dokonywać działań, które Heisenberg odpowiednio definiuje. Charakterystyczną cechą arytmetyki macierzy jest nieprzemienność mnożenia. Rachunki temi metodami wykonane prowadzą do związków pomiędzy częstością i natężeniem prążków widmowych a poziomami energetycznymi. Znamiennym jest, że tak różnymi metodami zbudowane mechanika falowa Schrödingera oraz mechanika Heisenberga, prowadzą do zupełnie zgodnych wyników we wszystkich tych przypadkach, gdzie wyniki te różnią się od danych klasycznej teorii kwantów.

Schrödinger i Dirac zwrócili w 1926 r. uwagę na ścisły związek mechaniki falowej z mechaniką kwantową Heisenberga i dowiedli, że obie te teorie mimo tak różnych punktów wyjścia są matematycznie równoważne. Później okazały się jednak pomiędzy obu teoriami pewne rozbieżności. Ostatnimi sukcesami nowych teorii są praca Diraca o momencie magnetycznym elektronu oraz zastosowanie przez Heisenberga jego koncepcji do układu wieloelektronowego.

Na zakończenie przedstawił prelegent interesujący pogląd Bohra, według którego najważniejsze wielkości fizyczne sprzężone są parami, przy czym niepodobna zmierzyć obu wielkości jednej pary z dowolną dokładnością. Im bardziej bowiem powiększymy dokładność jednej, tem automa-

tycznie zmniejszy się dokładność pomiaru drugiej. Za przykład takiej pary służyć mogą położenie ciała i jego pęd. Idea B o h r a jest bardzo głęboka, chociaż może się wydać paradoksalna.

Pierwsze zwyczajne posiedzenie Zjazdu rozpoczęło się tegoż dnia pod przewodnictwem prof. K a l a n d y k a o godz. 16. Było ono niemal całkowicie poświęcone zjawiskom optycznym, zachodzącym w parze rtęci.

Pierwsze dwa referaty prof. R e c z y ń s k i e g o i jego asystenta, p. K a w y, dotyczyły mechanizmu łuku rtęciowego. Prof. R e c z y ń s k i na podstawie badań własnych a także p. p. D z i e d z i c k i e g o i K a w y mówił o procesach, zachodzących w poszczególnych częściach łuku, a p. K a w a przedstawił wyniki swoich pomiarów kalorymetrycznych energii wydzielonej przez łuk w zależności od warunków.

Następnie prof. P i e ń k o w s k i wygłosił krótki referat, pierwszy z rzędu zgłoszonych przez Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego. Referat dotyczył dziedziny widm cząsteczkowych, których badanie jest jedną ze specjalności tego Zakładu. Prof. P i e ń k o w s k i dostrzegł w widmie pary rtęci nieznane dotąd krótkie pasmo, które, jak wykazały badania, pochodzi od bardzo nietrwałego związku rtęci z wodorem.

Z kolei asystent Zakładu Fizycznego U. W., p. H. J e ż e w s k i, streścił wyniki swych interesujących badań nad wykrytą przez siebie nową grupą rtęciowo-wodorową. Nośnikami tych pasm, które nie są identyczne ze znanymi dotychczas pasmami H u l t h e n a, S o ł t a n a i innych są prawdopodobnie zjonizowane cząsteczki HgH.

Następnie p. M r o z o w s k i, także z Zakładu F. D. U. W. przedstawił fragmenty swojej pracy z dziedziny fluorescencji pasmowej pary rtęci. Badając absorbcję i emisję pary rtęci w różnych warunkach gęstości i temperatury, referent doszedł do wniosku, że nośnikami pasm fluorescencyjnych i absorbcyjnych są cząsteczki Hg₂. P. M r o z o w s k i przytoczył swe rozważania nad przyporządkowaniem pasm poszczególnym stanom cząsteczki oraz obliczenie z danych widmowych ciepła dysocjacji rtęci, które wyniosło 15 kilkal. na mol, liczba większa od dotychczas przyjętej.

P. N i e w o d n i c z a ń s k i z Zakładu Fizycznego Uniw. Stefana Batorego referował swą pracę na temat pokrewny, bo również dotyczącą fluorescencji pary rtęci, którą referent wzbudzał iskrą aluminiową. Prócz fotografowania widma przy różnych temperaturach pary (aż do 910° C) referent próbował dodawać do pary rtęci domieszkę wodoru. Na podstawie swych wyników autor dochodzi do wniosku, że nośnikami pasm ciągłych są prawdopodobnie cząsteczki Hg₂, których jeden z atomów jest pobudzony,

W drugim swoim referacie, prof. Pięńkowski mówił o widmie rtęci podwójnie wzbudzonej. Jeśli naczynie kwarcowe zawierające rtęć wzbudzoną elektrycznie naświetlać światłem odpowiedniej barwy, to otrzymuje się fluorescencję, dla której stanem początkowym jest stan metatrwały 2^3P_1 . Stan ten osiągają cząsteczki skutkiem wzbudzenia elektrycznego. Mamy tu więc przykład wzbudzenia składanego dwustopniowego.

Trzeci referat prof. Pięńkowskiego odnosił się do sprawy t. zw. ciemnej przerwy we fluorescencji rtęci, to znaczy przerwy, która zachodzi pomiędzy chwilą absorpcji a chwilą emisji. Zjawisko to tłumaczy się ewolucją, którą cząsteczka przechodzi pomiędzy temi dwoma aktami.

P. Narkiewicz-Jodko z Zakładu F. D. U. W. przedstawił pracę, która także wchodzi w zakres badań nad świeceniem cząsteczki. Praca polegała na stwierdzeniu faktu, że jeśli niewzbudzoną parę jakiegoś metalu np. kadmu, cynku lub strontu wprowadzić do wzbudzonej pary rtęci, to w widmie światła promieniowanego z miejsc, gdzie pary się mieszają stwierdzić można obok prążków rtęci także i prążki tamtego metalu. Jest to dowodem, że elektrycznie wzbudzone atomy rtęci mogą oddawać swoje wzbudzenie atomom innego metalu podobnie, jak się to dzieje z atomami wzbudzonymi optycznie w zjawiskach fluorescencji wyczulonej. W dalszym ciągu swej pracy p. Narkiewicz-Jodko stwierdził, że atomy rtęci mogą także oddawać swoje wzbudzenie jeden drugiemu. Dzięki temu czas trwania danego stanu w masie pary może być znacznie dłuższy, niż w pojedynczym atomie. Zjawisko „propagacji stanu” jest więc prawdopodobnie najważniejszą przyczyną świecenia opóźnionego pary rtęci, to znaczy świecenia występującego po przerwaniu wzbudzenia i trwającego bardzo długo w porównaniu do czasu świecenia atomu.

Z kolei p. Jabłoński z Zakładu F. D. U. W. referował swoje badania nad fluorescencją par kadmu. Znajdując granice zbieżności pasm i obszar wzbudzenia prążka rezonansowego mógł p. Jabłoński obliczyć wartości ciepła dysocjacji kadmu, podobnie jak to później uczynił p. Mrozowski dla rtęci. Poza tem zbadał p. Jabłoński zjawiska związane z emisją trójki widzialnej.

Drugi referat p. Niewodniczańskiego dotyczył wpływu pola magnetycznego na fluorescencję rtęci. Referent nie dostrzegł wzmocnienia fluorescencji przez działanie pola na parę fluoryzującą, co stwierdzili Frank i Grotrian. Natomiast przy wzbudzeniu prążkiem 2537 i poddaniu działaniu pola miejsca wzbudzenia, daje się zauważyć dla pewnych nateżeń pola magnetycznego wzmocnienie, a dla innych nateżeń osłabienie fluorescencji, co tłumaczy się Zeeman'owskim zniekształceniem hypersubtelnej budowy prążka 2537.

Ostatnim referatem dnia był drugi referat p. H. Jeżewskiego o warunkach występowania dalekich prążków seryjnych rtęci. Zmieniając warunki ciśnienia i temperatury oraz wprowadzając domieszki obcych gazów, p. Jeżewski wykazał słuszność poglądu Francka na omawianą sprawę.

Referatom towarzyszyła chwilami bardzo ożywiona dyskusja.

W sobotę 29 września posiedzenie poranne rozpoczęło się pod przewodnictwem prof. Białobrzeskiego.

Pierwszy przemawiał prof. Reczyński, dzieląc się ze słuchaczami wrażeniami z podróży naukowej do Niemiec, Szwajcarji i Austrii, gdzie zwiedził szereg zakładów fizycznych. Następnie p. Piekara przedstawiał swe pomysły ulepszenia metod nauczania w szkołach wyższych oraz prof. Kalandyk (Poznań), referował swą pracę, dotyczącą emisji elektronów z rozżarzonego drucika otoczonego atmosferą jodu.

P. Szczeniowski przedstawił następnie swoje badania nad odbiciem wiązki elektronów od powierzchni kryształu. Germer i Davison pierwsi stwierdzili zjawisko selektywnego odbicia elektronów od kryształu, co było świetnym poparciem mechaniki falowej de Broglie'a, zachodzi bowiem tutaj prawdopodobnie interferencja protofal. Germer i Davison posługiwali się metodą naśladującą metodę otrzymywania widm roentgenowskich Laue'go, natomiast p. Szczeniowski użył metody analogicznej do metody Bragg'a. Elektrony emitowane przez drucik wolframowy były przyspieszane przez pole a następnie rzucały na kryształ pod określonym kątem, który pomiędzy jednym a drugim pomiarem mógł być zmieniany przez obrót kryształu. Puskę Faradaya ustawiano zawsze tak, żeby wpadały do niej elektrony odbite regularnie. Prąd elektronowy mierzono elektrometrem. Wyniki są nowym potwierdzeniem teorii de Broglie'a, gdyż długość fali obliczona przez p. Szczeniowskiego zapomocą wzoru Bragg'a zgadza się z wartością, wynikającą ze wzoru

$$\lambda = \frac{h}{mv}$$

Prof. Ziemecki mówił o swoich doświadczeniach nad wzbudzeniem ciał stałych zapomocą stosunkowo powolnych elektronów. Referent stwierdził dla kilku związków luminescencję katodową przy potencjałach przyspieszających, znacznie niższych od potencjałów progowych, podawanych przez dawniejszych autorów.

Posiedzenie to zostało zamknięte referatem p. Daniewskiego na temat wydajności ozonizatorów przy użyciu prądów o wysokiej częstotliwości. Okazuje się, że wydajność zerowa ozonu jest taka sama dla małych i dla wielkich częstotliwości.

Sobotnie posiedzenie popołudniowe zostało rozpoczęte referatem prof. Za k r z e w s k i e g o (Kraków), streszczonym przez prof. M. J e ż e w s k i e g o. Następnie prof. J e ż e w s k i w dwu referatach przedstawił dalsze wyniki swych już dawniej rozpoczętych prac nad stałą dielektryczną ciekłych kryształów.

Pierwszy referat był poświęcony omówieniu wpływu pola elektrostatycznego na wartość stałej dielektrycznej ciekłych kryształów. Na podstawie rozważań teoretycznych należałoby się spodziewać wzrostu wartości stałej dielektrycznej w miarę wzrostu natężenia pola. Doświadczenia wykonane przez prof. J e ż e w s k i e g o dały wyniki przeciwne, wykazując zmniejszenie się wartości stałej dielektrycznej w miarę wzrostu natężenia pola.

Druga była praca poświęcona zbadaniu podanego przez O r n s t e i n a wzoru, który daje zależność stałej dielektrycznej ciekłych kryształów, znajdujących się w polu magnetycznym, od kierunku tego pola. Doświadczenia prowadzą do wniosku, że wzór O r n s t e i n a nie sprawdza się, co można wyjaśnić wpływem ścianek kondensatora.

Z kolei prof. B i a ł o b r z e s k i przedstawił wyniki swych rozważań nad fluktuacją energii promieniowania we wnętrzu gwiazd. Biorąc za punkt wyjścia rozważania promieniowanie pełne i opierając się na wzorze P l a n c k a można łatwo wykazać, że fluktuacje składają się z dwu części. Jedna z nich jest w związku z interferencjami krzyżujących się promieni. Uwzględnienie tych tylko fluktuacji, jak można wykazać, jest równoważne przyjęciu wzoru R a i l e y g h ' a - J e a n s ' a na rozkład natężeń w promieniowaniu pełnym. Druga część wzoru fluktuacyjnego uwzględnia wpływ materji, a mianowicie fluktuacje emisji i absorbcji. Prof. B i a ł o b r z e s k i bierze pod uwagę tylko te ostatnie fluktuacje i dochodzi do wniosku, że w układach otwartych w związku z temi fluktuacjami powstaje emisja energii promienistej nazewnątrz. Tę energję promieniowania zakłada prof. B i a ł o b r z e s k i proporcjonalną do pierwiastka kwadratowego ze średniego kwadratu fluktuacji. Gwiazdy są układami otwartymi typu rozważanego przez referenta. Promieniowanie gwiazd można według referenta uważać za promieniowanie fluktuacyjne. Przytoczone powyżej założenie pozwala obliczyć energję promieniowania różnych gwiazd; obliczenia te prowadzą do wytłumaczenia w wielu wypadkach stosunków uważanych dotąd za paradoksalne.

Następnie p. I n f e l d (Warszawa) przedstawił swą jednolitą teorię grawitacji i elektryczności. Autor przyjmuje, że geometria wszechświata jest nieriemannowska; odchylenia od typu nieriemannowskiego są nieznaczne i zostają wywołane przez wpływ pola elektromagnetycznego. Z zasadniczych równań teorii analogicznych do równań ogólnej teorii względności

można wyprowadzić zarówno einsteinowskie równania grawitacji jak i równania *Maxwella*. Jednocześnie teoria ta daje nam właściwą niezmienniczą postać równań *Maxwella* w ujęciu tensorjalnym.

P. Kuczer (Lwów) podkreślił w swym referacie blizki związek pomiędzy pewnymi twierdzeniami geometrycznymi a pewnymi zagadnieniami bądź specjalnej bądź ogólnej teorii względności.

P. Roliński (Warszawa) przedstawił wyniki swych badań nad polaryzacją molekularną w mieszaninach ciekłych dielektryków. W mieszaninach dielektryków niedipolowych polaryzacja cząsteczkowa okazała się niezależną od stężenia, co dowodzi, że w cieczach tych cząsteczki nie asocjują. Przeciwnie w mieszaninach cieczy dipolowych z niedipolowymi polaryzacja cząsteczki cieczy dipolowej okazuje się zależną od stężenia, malejąc w miarę wzrostu stężenia. Prowadzi to do wniosku, że w cieczach dipolowych występuje asocjacja cząsteczek. O ile założymy, że w cząsteczce asocjowanej moment dipolowy znika, wówczas z pomiarów można obliczyć stopień asocjacji badanej cieczy dipolowej. Wreszcie pomiary mieszania dwu cieczy dipolowych prowadzą do wniosku, że w cieczach tych może występować asocjacja mieszana cząsteczek jednej cieczy z cząsteczkami drugiej.

Wyniki pracy *p. Rolińskiego* prowadzą do nowej metody wyznaczania stopnia asocjacji cieczy dipolowych, przyczem pozwalają obliczyć stopień asocjacji z dużą dokładnością. Pomiary swe prowadził *p. Roliński* przy zastosowaniu metody rezonancyjno-kompensacyjnej pomiarów stałej dielektrycznej. Następny referat wygłosił *p. Piekara* z Warszawy referując wyniki otrzymane przy badaniu stałej dielektrycznej różnych emulsji (wody, alkoholu i rtęci w oleju parafinowym i rtęci w wazelinie). Badania wykonane metodą rezonansową, z użyciem lampy katodowej jako źródła fal wykazały zależność stałej dielektrycznej od rozproszenia. Wartości otrzymane przekraczały znacznie wartości obliczone z wzoru *Lorentza-Lorenza*.

Wreszcie po referacie *p. Piekary*, *p. Rozental* (Kraków) referował wyniki swych pomiarów stałej dielektrycznej przechłodzonej siarki. Okazało się że wzór *Clausiusa-Mossoti'ego* stosuje się zupełnie dobrze w tej dziedzinie. Autor badał również roztwory siarki w benzolu i dwusiarczku węgla; do roztworów tych stosuje się również prawo *Clausiusa-Mossoti'ego*.

Po posiedzeniu goście zwiedzili Zakład Fizyczny Uniwersytetu Stefana Batorego. Jeśli uwzględnić trudne warunki materialne, w których się Zakład ten rozwija, należy uznać, że urządzony jest znakomicie i dobrze zaopatrzone w nowoczesne przyrządy fizyczne. Zakład posiada poza tem niezbyt wielką, lecz dobrze zaopatrzoną w naukowe czasopisma bibliotekę.

Na posiedzeniu w niedzielę dn. 30 września prof. Weyssenhoff referował treść wykładu prof. Natansona, nieobecnego na Zjeździe z powodu choroby. Odczyt prof. Natansona miał się składać z dwu części. Pierwsza zawierała wykład poglądów de Broglie'a i Schrödingera oraz rozważania raczej filozoficzne związane z mechaniką falową. Tę część przedstawił prof. Weyssenhoff w streszczeniach i wyjątkach. Drugą część stanowiła praca oryginalna prof. Natansona, podająca nowy sposób zdefiniowania pojęcia grupy fal. Prof. Natanson oblicza okres i długość fali, która powstanie przez nakładanie się fal, składających grupę, a której prędkość fazowa będzie równa prędkości grupy; wreszcie wyraża przypuszczenie, że długości fal, związanych z elektronami, mierzone w doświadczeniach Germera i Davisona, Thomsona, Szczeniowskiego i innych nie są długościami protofal, ale długościami właśnie takiej fali, o jakiej była mowa wyżej. Hypoteza ta wywołała znaczne wątpliwości, jednakże ze względu na nieobecność autora, który nie mógł więc osobiście udzielać wyjaśnień, szersza dyskusja się nie rozwinęła.

Na posiedzeniu poniedziałkowym dn. 1 października przewodniczył prof. Pińkowski. Pierwszym był referat Kapuścińskiego z pracy wykonanej łącznie z prof. Ornsteinem i panną Eymers w Utrechcie. W zastępstwie nieobecnego p. Kapuścińskiego referat przedstawił p. Majewski. Praca dotyczy badania natężeń w widmie wielolinjowym wodoru, przyczem posługiwano się bardzo subtelnymi metodami. Autorowie przeprowadzili dyskusję otrzymanych wyników w związku z pracami z tej samej dziedziny Richardsona i innych.

Następnie prof. Wertenstein mówił o swoich próbach przyspieszenia procesu rozpadu atomowego, mianowicie przemiany toru na radiator zapomocą intensywnego bombardowania cząsteczkami z radonu. Wynik był negatywny. Dokładność pomiarów była posunięta tak daleko, że gdyby jedna cząsteczka na 10^7 wywoływała omawiany efekt, to dałoby się to stwierdzić.

Drugi referat prof. Wertensteina dotyczył wydajność odskoku β . Badania p. Muszkatówny dały na tę wydajność wartość 20% dla RaB. Barten, a później Donat i Philipp znaleźli natomiast wydajność 2—6%. Krytyczne rozpatrzenie wszystkich tych prac prowadzi do wniosku, że prawdopodobnie prawdziwą jest wartość podana przez p. Muszkatównę. Czynniki, które w tem zjawisku grają wielką rolę są, jak to wynika z własnych doświadczeń referenta, czystość powierzchni, na której spoczywa preparat promieniotwórczy, i natura metalu zarówno tego, na którym leży światło, jak i tego, z którego zrobiony jest receptor.

Nieobecnego p. Pawłowskiego zastępował w referowaniu jego pracy p. Szczeniowski. Praca ta wykonana w Instytucie Curie w Paryżu dotyczy wydajności promieniowania H, oraz dolnej granicy zasięgu dla promieni α , zdolnych jeszcze do wywołania tego promieniowania. P. Pawłowski używał zarówno metodę scyntylicyjną, jak i metodę Wilsona, przyczem w tej drugiej zamiast pary wodnej stosował parę alkoholu, co jest znacznie dogodniejsze. Wyniki 10 i 1,8 cm. stoją pomiędzy tem, co otrzymali Kirsch i Peterson (10 i 1 cm.), a tem, co wynika z teorii i doświadczeń Rutherforda (10 i 3 cm.).

Prosty w konstrukcji vacuumetr przedstawił p. Kawa. Podstawą tego przyrządu jest zjawisko ochładzania żarzącego się drucika dzięki przewodnictwu cieplnemu otaczającego go gazu. Mierzac więc termoogniwem różnicę temperatur pomiędzy dwoma drucikami, z których jeden znajduje się stale w wysokiej próżni w zamkniętym naczyniu, a drugi w przestrzeni, w której badamy ciśnienie, możemy, jeśli przyrząd jest odpowiednio wycechowany, ocenić ciśnienie. P. Majewska z Z. F. D. U. W. mówiła o paśmie położonem w nadfiolecie występującem w opóźnionem świeceniu powietrza przy ciśnieniu około 1 mm.

Następnie referowano 5 prac z dziedziny promieniowania X, z których 4 były wykonane w pracowni roentgenowskiej Zakładu F. D. U. W.

Pierwszy z tego cyklu referat wygłosiła p. Dębicka, której badania wykazały krystaliczną budowę nalotów metalicznych otrzymanych bądź przez napyłanie katodowe, bądź przez destylację w próżni. Jako podłoże służył kwarc krystaliczny, kwarc bezpostaciowy, glin i mika. Okazało się, że budowa nalotu zależy od natury podłoża i od jego temperatury w chwili tworzenia się nalotu.

P. Bobrowna referowała swoje doświadczenia, dotyczące zjawiska solaryzacji. Solaryzację przypisujemy albo zmianie kierunku reakcji, to jest ponownemu łączeniu się srebra z bromem, wydzielonem pod wpływem naświetlenia, albo temu, że nadmierna ilość wytworzonego bezpośrednio przy naświetleniu srebra utrudnia wywoływanie kliszy, gdyż ziarna srebra grają rolę katalizatorów, zaś ze wzrostem ilości srebra zachodzi koagulacja zarodki, powodująca zmniejszenie katalitycznie czynnej powierzchni. Zapomocą badania metodą Debye'a-Scherrera klisz naświetlonych i utrwalonych bez wywoływania p. Bobrowna stwierdziła stałe powiększanie się ilości srebra dla wszelkich czasów naświetlania. Świadczy to na korzyść drugiego poglądu.

P. Mizgierówna, badając metodą Debye'a-Scherrera minerał lublinit, wykazała tożsamość lublinitu i kalcytu. Minerale te mają ten sam skład chemiczny, a z otrzymanych przez p. Mizgierównę zdjęć roentgenowskich wynika identyczność ich budowy krystalicznej.

Następnie p. S o ł t a n zreferował pracę ogłoszoną przez niego wspólnie z T h i b a u t, a wykonaną w zakładzie M. de B r o g l i e'a w Paryżu. Posługując się siatką dyfrakcyjną ustawioną stycznie do padających promieni, badano dziedzinę pośrednią pomiędzy najkrótszym nadfioletem a dziedziną roentgenowską. Dla szeregu pierwiastków wyznaczono długości fal w serjach K, L, M, N i O, następnie zaś, opierając się na rozbieżnościach pomiędzy długościami fal, zmierzonymi przez autora oraz przez D a u v i l l i e'r'a przez odbicie braggowskie w warstewkach kwasów tłuszczowych, obliczono współczynniki załamania tych promieni. Różnią się one od jedności o liczbę rzędu 10^{-2} .

Ostatni referat wygłosił prof. P i e ũ k o w s k i na temat struktury krystalicznej, jaką okazuje przy badaniu roentgenowskim drzewo, prawdopodobnie dzięki obecności celulozy.

Piąte i ostatnie posiedzenie odbyło się pod przewodnictwem prof. R e c z y ũ s k i e g o. Pierwszy referat wygłosił prof. D z i e w u l s k i. Badał on skręcenie płaszczyzny polaryzacji przy odbiciu prostopadłym od zwierciadła płaskiego zrobionego z metalu ferromagnetycznego, w szczególności niklu, a znajdującego się w polu magnetycznym. Zjawisko to wskazuje na wyraźną anizotropję optyczną powierzchni badanych metali.

Referat p. C u k i e r m a n a (Wilno) zawierał wyniki badań nad zjawiskiem elektroosmozy, która zachodzi na granicy ciała stałego i cieczy. Referent używał w swoich doświadczeniach szkła i ciekłego CO, lub toluolu, nie uzyskał jednak żadnego efektu. Przemawia to na korzyść hipotezy P e r r i n'a, który przypuszcza, że elektroosmoza zachodzi tylko w cieczach o dużej zdolności jonizacyjnej.

P. H r y n k i e w i c z badał doświadczalnie prędkość parowania rtęci, mierząc jej ubytek w ciągu określonego czasu przy różnych temperaturach (od 0°C do 90°C) i porównywał swoje wyniki z wynikami obliczeń teoretycznych. P. C y n k obliczył dyspersję światła dla bromku metylu, posłu-

gując się wzorem empirycznym $n - \frac{1}{d} = \text{const.}$ Pomiary wykonane były interferometrem J a m i n'a. — P. Ł a ũ c u c k i żarzył w atmosferze azotu drucik wolframowy i stwierdził, że w niższych temperaturach drucik wydziela azot, a w wyższych go pochłania. Rozładowanie elektryczne pomiędzy żarzącym się drucikiem a elektrodą dodatkową sprzyja temu pochłanianiu.

Wszystkie prace następnie referowane były wykonane w Zakładzie F. D. U. W. Są to prace z optyki, głównie z dziedziny fluorescencji.

P. S t a r k i e w i c z referował swoją pracę nad fluorescencją i fosforescencją roztworów glicerynowych eskuliny. Jeżeli temperaturę takiego roztworu znacznie obniżyć, to obok fluorescencji pojawia się fosforescencja.

Badania p. S t a r k i e w i c z a wyraźnie okazały, że są to dwa różne zjawiska, przyczem widma fluorescencji są zupełnie inne, niż widma fosforescencji.

W drugim referacie p. S t a r k i e w i c z przedstawił wyniki badań nad wpływem długości fali światła, wzbudzającego fluorescencję roztworów cukrowych eskuliny, fluoresceiny i rodaminu. Stwierdził on częściowy zanik fluorescencji antistokesowskiej, przy wzbudzeniu prążkiem, zawartym w obszarze fluorescencji.

Pracę nad absorbcją par selenu referowała p. M o r a c z e w s k a. Wykonała ona spektrografem kwarcowym szereg zdjęć absorbcyjnych dla różnych ciśnień i temperatur, przyczem ukazały się nowe szczegóły widma absorbcji.

P. S c h m i d t ó w n a mówiła o odkrytej przez siebie nowej serii rezonansowej w selenie. Jest to serja wzbudzona prążkiem magnezowym 4481, i daje się ująć we wzór podany przez Rosena:

$$\frac{1}{\lambda} = 27634 - 398n + 1,3n^2$$

Charakterystyczną i ciekawą cechą tej serii jest obfitość (14) prążków antistokesowych.

Praca referowana przez p. Natansona dotyczyła stosunku natężeń pomiędzy prążkami widma rezonansowego par telluru wzbudzanego prążkiem rtęciowym 4359. Pomiary wykonane były metodą fotograficzną przy użyciu samopiszącego mikrofotometru Molla. Poza tem referent badał wpływ temperatury na badany rozkład.

Ostatni referował p. K e s s e l. Wzbudzał on różnemi iskrami fluorescencję par telluru i poszukiwał nowych seryj rezonansowych. Stwierdził on istnienie seryj wzbudzonych Al., Mg., Zn., Cu., Cd., Pb. Jedną serję wzbudzoną przez prążek iskry Zn referent ujął we wzór.

Obok sekcji ogólnej, z działalności której zdaliśmy sprawę powyżej, obradowała sekcja pedagogiczna, poświęcona sprawie nauczania fizyki. Z ważniejszych referatów wygłoszonych na posiedzeniach tej sekcji należy wymienić następujące.

Prof. Z i e m e c k i rozważał sprawę wprowadzenia do programu szkoły średniej nowych teoryj fizycznych, a mianowicie teoryj względności, kwantowej teoryj promieniowania i teoryj budowy atomu. Zdaniem referenta ostatnia teoryja nadaje się do umieszczenia w programie fizyki dla szkoły średniej¹⁾.

¹⁾ Referat ten znajdzie Czytelnik w niniejszym zeszycie w całości.

Prof. W e r n e r omawiał potrzebę gruntownego zreformowania programów szkolnych w zakresie fizyki. Referent jest za usunięciem znacznej części dotychczas przerabianego materiału i wprowadzenie na to miejsce rzeczy nowych. — Prof. S t a s z e w s k i uzasadniał swój pogląd na ćwiczenia praktyczne dla uczniów, którym przypisuje wielkie znaczenie.

P. D m o c h o w s k i mówił o organizacji projektowanych centralnych pracowni przyrodniczych, przeznaczonych dla uczniów szkół powszechnych¹⁾.

P. K e s s e l oświetlił krytycznie program obowiązujący obecnie w seminarjach nauczycielskich, a w szczególności urzędowo dopuszczony do użytku w seminarjach podręcznik fizyki. Podręcznik ten, którego autorem jest jeden z wizytatorów seminarjów nauczycielskich, zawiera wiele nieścisłości i nastrocza duże wątpliwości co do układu materiału.

Po ostatnim posiedzeniu sekcji ogólnej odbyło się pod przewodnictwem prof. R e c z y ń s k i e g o walne zebranie uczestników Zjazdu, na którym przedstawiciele sekcji pedagogicznej zaproponowali szereg uchwał, dotyczących nauczania fizyki. Propozycje sekcji pedagogicznej Zjazd przyjął z pewnemi poprawkami²⁾.

S. Szczeniowski.

Wrażenia z IV. Zjazdu Fizyków Polskich.

Dość spojrzeć na program IV. Zjazdu Fizyków, aby się przekonać o bogactwie jego treści. Liczba 52 prac zgłoszonych, a odpowiadających dwuletniemu okresowi od III. lwowskiego Zjazdu (wrzesień 1926 r.) mówi sama za siebie. I jak słusznie podkreślił prof. R e c z y ń s k i w swoim zamykającym Zjazd przemówieniu, nietylko tematy referowanych prac, ale i metody badawcze stoją na europejskim poziomie.

Zjazd pozwolił pozatem zorientować się, w jakich ośrodkach koncentruje się praca naukowa. Z pośród pracowni polskich wysuwa się bezwzględnie na plan pierwszy Zakład Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego, którego pracownicy wygłosili 22 referaty, a więc przeszło 40% ogólnej ich liczby. Prace tego zakładu skierowane są celowo specjalnie na badanie budowy cząsteczki. Zapomocą prac nad absorbcją i fluorescencją w parach różnych metali, nad fosforescencją i fluorescencją cieczy, wreszcie za pośrednictwem metod roentgenowskich wspomniane zagadnienie jest jednocześnie badane z różnych stron. Na drugim miejscu można wymienić Politechnikę we Lwowie, gdzie praca, aczkolwiek prowadzona na mniejszą skalę, postępuje równie energicznie. Główną przeszkodą należytego jej rozwoju jest przedewszystkiem brak środków materialnych i odpowiednich pomieszczeń. Dużą aktywność, pomimo trudnych warunków, wykazuje również Zakład Fizyczny Uniwersytetu Stefana Batorego.

¹⁾ Referat ten znajdzie Czytelnik w zeszycie następnym „Mathesis Polskiej”.

²⁾ Uchwały te podamy w zeszycie następnym „Mathesis Polskiej”.

Na naczelne miejsce referatów zjazdowych wysuwa się praca Dr. Sz. Szczeniowskiego o selektywnym odbiciu elektronów od powierzchni kryształów. Stosując metodę Bragg'a, Dr. Szczeniowski wykazał uginanie fal de Broglie, dając tem samem jeszcze jeden dowód na korzyść mechaniki undulacyjnej. Praca ta stawia autora w rzędzie awangardy współczesnej fizyki. Doniosłość osiągniętych przez Dr. Szczeniowskiego wyników podkreślił w specjalnem przemówieniu Prof. Rezyński, wywołując gorącą owację uczestników Zjazdu.

Bardzo ciekawą była również praca Prof. Pieńkowskiego o rentgenogramach drzewa, gdzie do analizy subtelnej budowy tkanek drzewnych autor zastosował po raz pierwszy promienie X. Rentgenogramy te, wykazując bardzo charakterystyczne zmiany wraz z gatunkiem i użytkowością drzewa badanego, mogą mieć bardzo doniosłe znaczenie. Warto przytem zauważyć, że Prof. Noggli podczas swej bytności w Warszawie uważał samą myśl robienia renngenogramów drzewa za, oględnie mówiąc, „mało ciekawą”.

Wspomnę jeszcze o pracy Dr. A. Sołtana nad widmami dziedziny pośredniej, w której autor do analizy spektralnej długofalowych promieni X użył zwykłej siatki dyfrakcyjnej w położeniu stycznem. Wyznaczone w ten sposób długości fal linii seryj K, L, M, N, O dla różnych pierwiastków pozwoliły uzupełnić wykresy Moseley'a.

Jeżeli chodzi o wrażenia ogólne, to należy zaznaczyć, że Zjazd był zorganizowany przez Zakład Fizyczny Uniw. S. B. z wielkim nakładem pracy, a całość przedstawiała się wzorowo. Ze wspomniny choćby rozesłany do wszystkich uczestników Zjazdu na kilka tygodni naprzód program, zawierający streszczenia wszystkich zgłoszonych referatów. Wzorowa również panowała punktualność, i nie było tej plagi wszystkich zjazdów, a mianowicie przegrupowanie porządku dziennego i przedłużanie czasu trwania Zjazdu. Referentów pilnował nielitościwy zegar, sygnalizując koniec referatu i nie pozwalając przedłużać czasu jego trwania poza ustaloną chwilę. Dzięki temu właśnie program Sekcji Ogólnej został całkowicie wyczerpany. Zjazd cechowała pozatem właściwa Wilnu serdeczność i gościnność.

Charakterystyczną pozatem cechą Zjazdu był znaczny w nim udział młodych sił. Młodzi doktoranci i doktorzy nie tylko zgłosili pokaźną liczbę prac (31 na ogólną liczbę 47 wygłoszonych referatów), lecz brali również żywy udział w dyskusjach. Było to może rezultatem swobodnego i serdecznego nastroju na Zjeździe, który mino powagi i wyteżonej pracy nic nie miał w sobie napuszonego i uroczystego celebrowania. Zdarzało się nawet, że któryś z obecnych przerywał referentowi, gdy czegoś nie rozumiał.

Wspomnę jeszcze o jednym doniosłym momencie Zjazdu, t. j. o jego Sekcji Pedagogicznej, która dzięki poparciu władz zdołała zgromadzić liczny zastęp nauczycieli. Na dotychczasowych Zjazdach sekcje te były traktowane po macoszemu, i zarówno dzięki nieprzygotowaniu ich programu, jak i małemu udziałowi nauczycieli nie przynosiły konkretnych korzyści. Jest to wielką zasługą prof. prof. W. Staszewskiego, W. Wernera i S. Ziemeckiego (przewodniczącego tej sekcji), że nie szczczędając trudu zgromadzili tak liczny zastęp uczestników i omówili szereg aktualnych bolączek. Znalazły one swój wyraz w uchwałach przedłożonych i uchwalonych na posiedzeniu plenarnem Zjazdu.

Zjazd Wileński dał obraz obecnego stanu fizyki polskiej, który wykazuje poważny rozwój w porównaniu z ubiegłymi latami. Jeśli porównamy go chociażby z III. Zjazdem we Lwowie, stwierdzimy znaczny postęp zarówno co do liczby, jak i co do jakości zgłoszonych prac, oraz poważniejszy poziom dyskusji. To też można żywić uzasadnione nadzieje

co do dalszego rozwoju fizyki w Polsce. Istniejące trudności prowadzą się w pierwszym rzędzie do przeszkód natury materialnej. Jednakowoż w miarę ogólnego rozwoju Państwa i te przeszkody będą stopniowo malały.

Następny z kolei, V Zjazd Fizyków Polskich, odbędzie się w Poznaniu w 1930 roku.

J. Wasiutyńska.

Bibliografja.

Untersuchungen zur Quantentheorie von Louis de Broglie (Annales de Physique 10, III) übersetzt von dr. Walter Becker. Mit 6 Abbild. Str. 4 nl., 88. 1927. Leipzig. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.

Ondes et mouvements par L. de Broglie Str. VI, 134. 1926. Paris. Gauthier-Villars et Cie. (Collection de Physique Mathématique. Directeurs: Emile Borel et Marcel Brillouin. Fasc. I).

La mécanique ondulatoire par M. Louis de Broglie. Str. 6 nl., 58. 1928. Paris. Gauthier-Villars et Cie. Frfr 15. (Mémorial des Sciences Physiques. Fasc. I).

Teza doktorska Louis de Broglie (syna znakomitego fizyka Maurice'a de Broglie) została dzięki niemieckiemu tłumaczeniu udostępniona szerokiej publiczności. Będąc ogłoszona w 1924 r., oznacza ona niezmiernie doniosły etap w rozwoju fizyki teoretycznej, a ten niewielki okres czasu do dnia dzisiejszego wystarczył do utworzenia nowych zupełnie dróg w fizyce. Pozwoliły one spojrzeć z całkiem odmiennych horyzontów na dotychczasowe badania, dotyczące fizyki atomu.

W pracy swej autor zastanawia się przedewszystkiem nad uderzającą analogją, zachodzącą pomiędzy zasadą Fermata w optyce a zasadą Maupertiusa¹⁾ najmniejszego działania w mechanice. Według pierwszej, jak wiadomo, droga promienia światła jest zawsze taka, że czas zużyty na jej przebycie jest minimum, t. j.

$$\int_A^B \frac{ds}{u} = \text{Minimum};$$

według drugiej, droga rzeczywista punktu materialnego przy przejściu pomiędzy dwoma punktami jest taka, że iloczyn z prędkości przez drogę jest minimum (ściślej mówiąc, posiada extremum), t. j.

$$\int_A^B v ds = \text{Minimum}$$

W wypadku pierwszym u jest prędkością fali światła, w wypadku drugim v prędkością mechaniczną punktu. Nasuwa się samo przez się, że stosowana w optyce zasada Fermata może stanowić zasadę naczelną, obejmującą zasadę Maupertiusa. W tym celu należałoby tylko ustalić uniwersalną proporcjonalność pomiędzy prędkością

¹⁾ ściślej ujęta dopiero przez Eulera.

mechaniczną a odwrotnością prędkości falowej. Tego rodzaju ujęcie dałoby możność interpretowania każdego zjawiska mechanicznego jako pewnego przebiegu falowego. Istotnie zapomocą przyporządkowania

$$uv = c^2$$

(c — prędkość światła), można łatwo wykazać, korzystając z przekształcenia Lorentza, że wszelkie drganie, zachodzące w jakimkolwiek układzie ruchomym, daje się zinterpretować jako fala „nadświetlna” (t. j., dla której $u > c$) taka, że prędkość grupy¹⁾ takich fal jest równa prędkości mechanicznej układu, w którym się to drganie odbywa.

Opierając się na powyższem de Broglie czyni następujące znamienne założenie: z każdą cząsteczką materialną związane jest drganie w ten sposób, że element energetyczny tego drgania (iloczyn z częstości drgań i elementarnego quantu działania) jest równy energii własnej cząsteczki materialnej²⁾. Tak więc *każda cząsteczka materialna jest związana z falą nadświetlną, której prędkość grupy jest równa prędkości mechanicznej tej cząsteczki.*

A zatem cały świat materialny wydaje się jakgdyby się składał z fal, których centrami energetycznymi są elektrony i protony. Pojęcie więc „fal materji”³⁾ okazuje się do pewnego stopnia tym elementarnym czynnikiem, którym do niedawna były elektrony.

Taką jest w ogólnym zarysie myśl zawarta we wspomnianej tezie Louis de Broglie i jej dalszych rozwinięciach (p. niżej). Najważniejszą jej zasługą to ustalenie podstaw, które umożliwiły zespolenie metod dynamiki z odpowiednimi metodami optyki.

W wydanej przez tegoż uczonego po dwu latach monografji p. t. „Ondes et mouvements” znajdujemy już bardziej precyzyjne ujęcie metod nowej teorii. O ile pierwsza praca, wychodząc z założenia atomistycznej budowy energii, podporządkowywała każdemu atomowi pewne zjawisko perjodyczne o częstości drgań określonej równaniem quantowem, o tyle druga, stawia sprawę wyraźniej: punkt materialny jest rozważany jako ośrodek pewnego układu fal stacjonarnych. Stanowią one z punktu widzenia obserwatora związanego ze źródłem, superpozycję opóźniającego i przyspieszającego działania drgającego źródła. Obserwator zaś, któryby się w stosunku do tego źródła (punktu materialnego) znajdował w ruchu prostoliniowym i jednostajnym musiałby przyjąć, że amplituda drgań przesuwa się z prędkością jego ruchu, zachowując wartość stałą na powierzchni elipsoidy obrotowej o środku w tym właśnie punkcie materialnym. W sposób wysoce charakterystyczny przedstawia się rozkład faz wspomnianego układu fal. Tworzą one mianowicie powierzchnie falowe, przesuwane się z prędkością większą od prędkości światła, tem większą, im mniejszą jest prędkość obserwatora. Jest to zasadniczą cechą teorii de Broglie, wynikającą bezpośrednio, jak to już wyżej wspomnieliśmy, ze względności czasu we wzorach na przekształcenie Lorentza.

Wychodząc z tego rodzaju rozwinięcia de Broglie w omawianem dziele stara się stworzyć jednolitą dynamikę i optykę quantów. Rozważa on zachowanie się punktu materialnego (a więc źródła układu fal stacjonarnych) zarówno w stałym polu grawitacyjnym jak i w polu elektromagnetycznym, rozpatruje dynamikę układu punktów materialnych. W optyce quantów de Broglie stosuje swą teorię do wpro-

¹⁾ Grupą fal nazywamy pewien zespół fal, których częstości są w określonym przedziale od siebie różne. Centrum energetyczne takiej grupy spełnia warunek:

$$\frac{d\phi}{dv} = 0.$$

²⁾ t. j. według teorii względności iloczynowi masy przez kwadrat prędkości światła.

³⁾ t. zw. protofal.

wadzonych przez Einsteina atomów światła, badając falę im odpowiadającą. Wreszcie w rozważaniach o statystyce quantów stosuje teorię fal materji do kinetycznej teorii gazów.

Trzecia niedawno opublikowana praca tegoż autora, zatytułowana „La Mécanique ondulatoire”, zawiera zwięzły wykład nowej mechaniki undulacyjnej, jako do pewnego stopnia zakończonego systemu. Praca ta stanowi zespolenie metod de Broglie z wynikami osiągniętymi przez Schrödingera w stworzonej przez tego ostatniego mechanice undulacyjnej (Wellenmechanik). Na tem polega zasadnicza różnica pomiędzy pracą omawianą a poprzednią, ogłoszoną w przededniu opublikowania wyników Schrödingera. Układ dzieła jest zupełnie analogiczny do układu zachowanego w „Ondes et mouvements”, rozważania są jednak o wiele ogólniejsze. W chwili obecnej omawiana praca Louis de Broglie stanowi jedyny pełny wykład metod mechaniki undulacyjnej¹⁾. Książka ta jest jednak napisana w sposób bardzo zwięzły, a zrozumienie jej będzie możliwe jedynie dla tych, którzy posiadają cały skomplikowany aparat matematyczny współczesnej fizyki teoretycznej.

Jeszcze słówko o znaczeniu nowej teorii. Charakteryzuje je najlepiej następująca konkluzja autora:

„Elle ouvre des horizons nouveaux sur le sens profond des phénomènes dynamiques, elle a rendu et rendra de signalés services à la physique de l'atome, elle nous fournit des armes nouvelles pour nous attaquer aux redoutables problèmes de la Matière et du Champ, déjà soulevés par la théorie de Relativité.

„A un point de vue plus général encore, la mécanique ondulatoire constitue une nouvelle étape de la lutte séculaire qui se livre dans l'esprit humain entre les deux concepts antinomiques de continu et discontinu; à ce titre, elle intéresse non seulement le mathématicien et le physicien, mais aussi l'historien des sciences et le philosophe.

S. W.

Materiewellen und Quantenmechanik. Eine elementare Einführung auf Grund der Theorien de Broglies, Schrödingers und Heisenbergs von Arthur Haas, Dr. phil., Prof. für Physik der Univ. Wien. Str. VIII i 160. 1928. Leipzig. Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H.

Książka Prof. Haasa jest powtórzeniem wykładów tego uczonego na Uniw. Wiedeńskim. Ma ona na celu przedstawić w sposób możliwie przystępny teorię L. de Broglie, Schrödingera, Heisenberga oraz wyniki, które zapomocą tych teorii osiągnięto od chwili ich powstania, a więc w ciągu przeszło dwu lat (książka została napisana w początkach 1928 r.). Zawiera ona ogólny przegląd rozwoju mechaniki atomu, zasadnicze myśli mechaniki undulacyjnej de Broglie, związek tej ostatniej z teorią względności oraz przegląd eksperymentów nad uginaniem się fal materji, potwierdzających teorię de Broglie. Następnie mamy w podobnie schematyczny sposób wyłożoną teorię Schrödingera i mechanikę quantową Heisenberga łącznie z mechaniką matryc Borna i Jordana. Tę część zasadniczą książki kończy rozdział poświęcony związkowi mechaniki quantowej i teorii Schrödingera.

Dalsze rozdziały książki dotyczą raczej filozoficznej strony nowych teorii oraz teorii związanych pośrednio lub bezpośrednio z nowymi koncepcjami. Zawierają one omó-

¹⁾ W chwili oddania niniejszego sprawozdania do druku ukazały się wykłady E. Schrödingera w Royal Institution w Londynie p. t. „Vier Vorlesungen über Wellenmechanik”, których referent nie miał jeszcze w ręku.

wienie przyczynowego i statystycznego ujęcia fizyki atomu,—zagadnienie, które się wyłoniło w związku z równoważnością teorii Schrödingera i Heisenberga, wychodzących z biegunowo przeciwnych punktów widzenia: krańcowej ciągłości i krańcowej nieciągłości. Następny rozdział szkicuje zasadę Pauli'ego, dotyczącą quantowej interpretacji chemicznej perjodyczności pierwiastków. Jest to dalsze wysubtelnienie zapoczątkowanej przez Mendelejeffa perjodycznej tablicy pierwiastków chemicznych, której następnym krokiem było ustalenie liczb porządkowych pierwiastków przez Moseley'a. Końcowe rozdziały książki omawiają statystykę quantową Bose'go, statystykę Fermi oraz dalsze zastosowania mechaniki quantowej. Książkę zamykają uwagi o znaczeniu mechaniki quantowej dla dyskusji filozoficznej nad pojęciami materji, przyczynowości i wogóle pojęcia prawa natury. Jeśli zważymy, że nowa fizyka uczyniła bezprzedmiotem pojęcie samoistnych swobodnych cząstek materialnych, czyni coraz słabszym przeciwieństwo pomiędzy materją i światłem, wreszcie panującej ongi absolutnej przyczynowości zjawisk fizycznych przeciwstawia zdeterminowanie raczej statystycznego przebiegu zjawisk, wówczas konieczność rewizji wspomnianych do pewnego stopnia przyrodzonych „przesądów” fizyki staje się zrozumiałą.

Powracając do książeczki Haasa, musimy zwrócić uwagę, że skądinąd rzeczywiście dostępne ujęcie traktowanych zagadnień idzie w parze z pewną nierównością wykładu. Tak np. w pierwszych rozdziałach autor przypuszcza, że czytelnik nie zna definicji jednostki pracy, przytacza wzór na \sin sumy dwu kątów oraz inne elementarne formuły matematyczne, — przemawia więc, zdawałoby się do zupełnych laików, — co nie przeszkadza jednak, że w dalszych rozdziałach (np. poświęconych mechanice quantowej Heisenberga i dalszych)) stosuje metody dostępne jedynie dla wtajemniczonych w nowoczesne metody fizyki matematycznej. Tem nie mniej odda ona usługi tym właśnie, którzy orientując się w dotychczasowych postępkach fizyki teoretycznej, pragnęliby poznać nowe jej metody, stworzone w ciągu ostatnich 2—3 lat.

S. W.

Abhandlungen zur Wellenmechanik von E. Schrödinger, Prof. d. theoret. Physik an d. Univ. Berlin. Mit 14 Figuren. Zweite, vermehrte Auflage. Str. X i 198, 1928. Leipzig. Verlag von J. A. Barth. RM 6.80.

Druga edycja tak niedawno wydanego przedruku sławnych już obecnie prac Schrödingera wskazuje z jak wielkim zainteresowaniem śledzi świat naukowy nowe drogi fizyki teoretycznej. Książka zawiera przedewszystkiem 4 zasadnicze prace Schrödingera ogłoszone w ciągu 1926 r. w „Annalen des Physik” pod ogólnym tytułem „Quantisierung als Eigenwertproblem”, następnie ogłoszone w tymże czasopiśmie pracę o związku pomiędzy mechaniką undulacyjną a mechaniką quantową Heisenberga—Born—Jordana. Poza temi podstawowemi pracami oraz pracą na temat ciągłego przejścia z mikro- do makromechaniki nowe wydanie zawiera dodatkowo prace Schrödingera o zjawisku Comptona¹⁾, o zasadzie impulsu dla fal de Broglie oraz o wymianie energii w mechanice undulacyjnej²⁾.

¹⁾ Zjawisko Comptona polega na wzajemnem oddziaływaniu quantów światła i elektronów. Przy wzajemnem zderzeniu prędkość elektronów ulega zmianie.

²⁾ Scharakteryzowanie teorii Schrödingera znajdzie Czytelnik w artykule S. Szczeniowskiego p. t. „Nowe poglądy na teorię budowy atomu”, „Mathesis Polska”. T. I. p. 49—59 i p. 86—92 oraz w artykule S. Warhaftmana p. t. „Rozwój pojęć fizyki atomu”, tamże, T. II. p. 119 — 128.

Prace są w książce umieszczone w porządku chronologicznym ich powstania. Z tego względu książka nie ma cech organicznie pomyślanej całości. Zresztą, jak sam autor przyznaje, w pierwszych fazach swych badań nie zdawał sobie sprawy, jak daleko teoria go poprowadzi. To też celem usystematyzowania treści tych 9-ciu odrębnych rozpraw książka zawiera na wstępie rzeczowo ułożony plan całości.

S. W.

Perspektywa malarska. Zasady — Zarys historyczny — Estetyka. Napisał dr. Kazimierz Bartel, prof. Polit. Lwowskiej. Tom. I. Z 397 ilustracjami. Str. VIII i 312. Książnica — Atlas. Lwów — Warszawa. 1928. Żł. 45. W opr. Żł. 52. (Nauka i Sztuka. Tom XVI).

Zanim podamy wyczerpującą ocenę tego dzieła, przytaczamy poniżej celem zorjentowania w charakterze książki następujący ustęp przedmowy.

„Czemu nazywamy perspektywą malarską? Czy mianem tem określić można perspektywę liniową, pojętą, jako geometryczny rzut środkowy na płaszczyznę? Czy wszystko, co nie odpowiada rygorom, związanym ze ścisłością geometryczną w pozostawionych nam przez wieki pracach rysowników, malarzy i sztycharzy, ma być określone jako pozbawione perspektywy? Czy istnieje jedna perspektywa malarska, czy też jest ich więcej, a w takim razie, ile i jakich? Czy malowidła pompejańskie lub dokumenty najstarszego malarstwa chrześcijańskiego stanowią dowód znajomości jakiejś perspektywy i jak perspektywę tę ewentualnie określić? Czy perspektywa malarska jest identyczna z perspektywą malarzy? Czy dadzą się do niej zastosować sprawdziany obiektywne, czy subiektywne? Czy perspektywa malarska znajduje oparcie w optyce fizjologicznej i psychologicznej i w jakim ewentualnie stopniu? Czy perspektywa malarska jest syntezą, czy też może tylko kompromisem geometrii, fizjologii i psychologii?

„Oto przykłady pytań, które nasuwają się każdemu uważnemu obserwatorowi natury i jej obrazów, rysowanych ręką człowieka lub aparatem fotograficznym.

„Tęta ta jest próbą odpowiedzi na te pytania; zapewne nie na wszystkie z nich i nie na wszystkie z wymaganą dokładnością.

„Kiedy studja moje i rozważania nad obszernym i wielostronnym przedmiotem posunęły się dość znacznie i kiedy przystąpiłem do formułowania odpowiedzi, spostrzegłem, że porozumienie się z czytelnikami, bez odpowiedniego ich poprzednio przygotowania, będzie niemożliwe. Stąd układ książki, a także konieczność podziału jej na dwie części.

„W tomie, który czytelnik ma przed sobą, zdołałem zawrzeć, skracając się najusilniej, zaledwie zasady perspektywy stosowanej, mam na myśli zasady w znaczeniu geometrycznym.

„Szeroko rozpowszechnione jest mniemanie, że dziedzina sztuki nie znosi przenikania się z nauką. Pogląd ten podzielany jest przez niewykształconych, praktykujących artystów, a także przez fotografów i tych z tak zwanych „miłośników“, którzy patrzą na sztukę jedynie, jak na przedmiot lekkich, a przez to i miłych rozmów towarzyskich. Dla tej kategorii czytelników książka ta jest mało interesująca, a więc mało dostępna“.

Od siebie dodamy, że strona zewnętrzna dzieła stoi na rzadko spotykanej w polskich wydawnictwach wysokości. Odpowiada ona całkowicie chlubnej tradycji wydawnictwa cyklu „Nauka i Sztuka“, które prawie wszystkie są w chwili obecnej wyczerpane.

Redaktor: ST. WARHAFTMAN

Wydawca: „MATHESIS“

GEBETHNER I WOLFF

POLECAJĄ:

	Zł. gr.
Ernst M. dr. prof. Uniw. Jana Kazimierza we Lwowie. ASTRO- NOMJA SFERYCZNA, z 83 rys.	30.—
—, KOSMOGRAFJA. Wykład elementarny, z 76 rys. w tekście. Wydanie 4 poprawione i uzupełnione.	6.—
Natanson Wł. i Zakrzewski K. dr. NAUKA FIZYKI. Podręcznik, przeznaczony do użytku uczniów klas wyższych szkół średnich.	
T. I. ze 128 rys.	2.10
T. II. ze 140 rys.	2.90
T. III. zeszyt 1	6.—
T. III. zeszyt 2	4.—
T. III. całość z 231 rys.	10.—
Wojtowicz Wł. TRYGNOMETRJA PŁASKA do użytku szkół średnich. Wydanie 5 ze 116 rys.	7.50

KSIĘGARNIA ŚW. WOJCIECHA W POZNANIU

DLA MIŁOŚNIKÓW ROZRYWEK UMYSŁOWYCH!

LÎLÂVATÎ ROZRYWKI MATEMATYCZNE

ZEBRAŁ I UŁOŻYŁ INŻ. **S. JELEŃSKI.** ZE 172 RYSUNKAMI
W TEKŚCIE, 1 TABLICĄ, STR. 300. CENA BROSZ. 6.50 KART. 7.50.

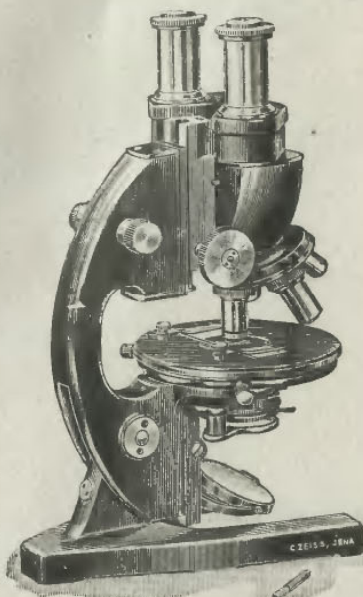
JEST TO BODAJ PIERWSZA W POLSCE KSIĄŻKA, ZBIERAJĄCA DOROBK
WIEKÓW W DZIALE ROZRYWEK MATEMATYCZNYCH. CELEM JEJ — WY-
ROBIENIE BYSTROŚCI I SZYBKIEJ ORJENTACJI W MŁODYCH UMYSŁACH.
BOGACTWO MATERJAŁU JEST OLBRZYMIE. ZAWIERA NAJCIEKAWSZE
ANEGDOTY MATEMATYCZNE, CURIOSA LICZBOWE, FIGURY MAGICZNE,
ZŁUDZENIA OPTYCZNE, ODGADYWANIA LICZB, ŁAMIGŁÓWKI SZACHOWE,
POMYSŁOWE UKŁADANKI Z KART I DOMINA, ZABAWY I FIGLE MATEMAT.

W najbliższym czasie ukaze się drugi tom ROZRYWEK MATEMATYCZNYCH p. t.

ŚLADAMI PITAGORASA

DO NABYCIA WE WSZYSTKICH KSIĘGARNIACH.

ZEISS



MIKROSKOPY, REFRAKTOMETRY, POLARYMETRY, APARATY MIKROFOTOGRAFICZNE, APARATY DO MIKRO-EPI- i DIA-PROJEKCJI, INSTRUMENTY MEDYCZNO-OPTYCZNE, LAMPY DO SAL OPERACYJNYCH i PRACOWNI LABORATORYJNYCH.
KATALOGI I INFORMACJE BEZPŁATNIE.

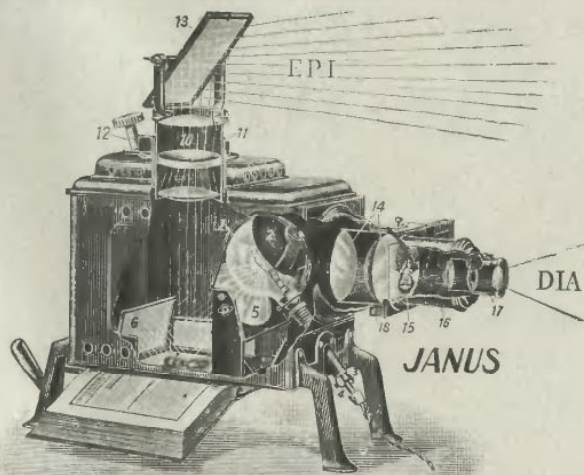


JENERALNA REPREZENTACJA
DOM HANDLOWY

J. SEGALOWICZ

w Warszawie, Szpitalna 3. Tel. 57-54 i 57-55.

Adres telegraficzny „SEG W I C Z”.



KRAJOWA
WYTWÓRNIA
PRZYRZĄDÓW
FIZYCZNYCH
EPIDJASKOPY

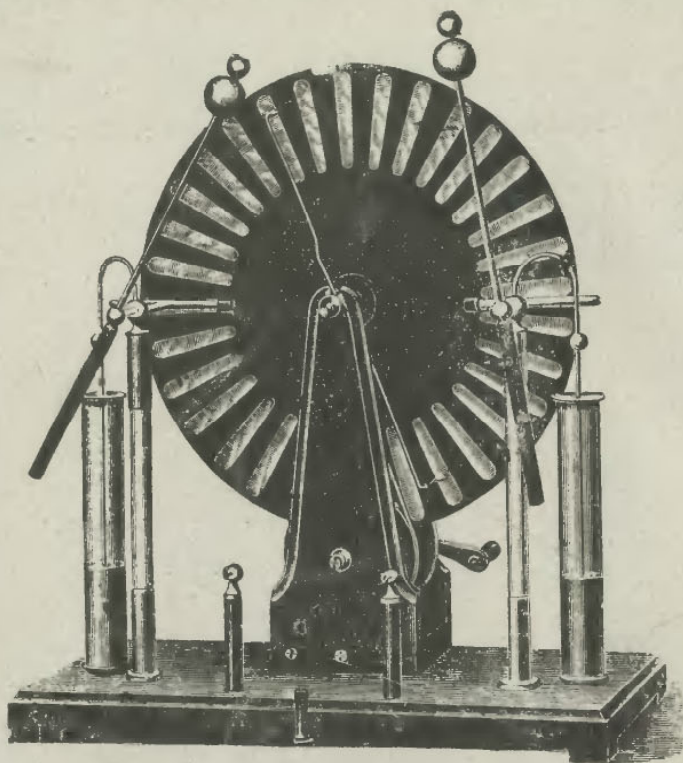
Warszawa, Zielna 29

Telefon 159-23

”F
I
M
A,
,,

NAKLADEM KRAJOWEJ WYTWÓRNI PRZYRZĄDÓW FIZYCZNYCH „FIMA”
UKAZAŁO SIĘ Z DRUKU

Dr Tadeusz Oring: **ĆWICZENIA Z FIZYKI** Cena zł 2.75
DLA UCZNIÓW GIMNAZJUM WYŻSZEGO



PRZYRZĄDY FIZYCZNE

WŁASNEJ
PRODUKCJI

KOMPLETNE
URZĄDZENIA

pracowni fizycznych,
chemicznych i biolo-
gicznych

POLECA „**POMOC SZKOLNA**” SP. Z. O. O.
WARSZAWA, UL. KRAKOWSKIE PRZEDMIEŚCIE Nr 38
TEL. 217-16 i 191-32

KSIĄŻNICA — ATLAS

Lwów — Czarnieckiego 12

Warszawa — Nowy Świat 59

POLECA:

	Zł. gr.
BARTEL K. Perspektywa malarska. Zasady. Zarys historyczny. Estetyka. Tom I. z 397 ilustracjami. (Nauka i Sztuka T. XVII) 8 ^o str. VIII + 312	52.—
Dzieło pod wielu względami rewelacyjne. Rozpatruje ono perspektywę malarską z punktu widzenia geometrii, fizjologii i psychologii, dochodząc do wyników tak ciekawych, że książka, przełożona na jakikolwiek język europejski, wzbudziłaby silne zainteresowanie zagranicą.	
— Geometria wykreślna. Z 584 rysunkami w tekście str. XII, 408 i 12 tabl. Wydanie II.	8.—
ŁOMNICKI A. Kartografja matematyczna. Str. VIII, 192. 67 ryc. w tekście.	18.—
PLAMITZER A Aksonometria prostokątna. Str. XII, 208	
SZUMAŃSKI T. Zasady kartografji.	8.40

FIZYKA, CHEMJA

Bruner L. dr. Ćwiczenia chemiczne, z rys.	1.40
Chełmiński J. FIZYKA w zakresie szkoły średniej. Cz. I. Mechanika. Własności dynamiczne materji. Ciepło. Wydanie 2-gie. Z 404 ryc.	6.—
— FIZYKA. Tom II. Nauka o głosie, świetle, magnetyzmie i elektryczności. Zt. I.	4.50
Dmochowski A. ĆWICZENIA Z FIZYKI I CHEMJI w kl. II i III według programu gimnazji. (Str. 174).	2.—
Gadomski J. dr. i Rybka E. dr. KOSMOGRAFJA. Podręcznik dla wyższych klas szkół średnich	— —
Kalinowski St. FIZYKA. Podręcznik dla szkół średnich. Cz. I. O mierzeniu i jednostkach. Mechanika. Dynamiczne własności ciał. Ciepło. Z 366 rys. Wyd. IV.	10.—
— FIZYKA. Cz. II. O falach, o głosie, o promieniowaniu. Wydanie 2-gie, z 267 rysunkami.	7.20
— FIZYKA. Cz. III. Elektryczność a magnetyzm. Z rys. około	10.—
— NAUKA FIZYKI. Podręcznik dla szkół humanistycznych. Tom I. Mechanika. Dynamiczne własności ciał. Ciepło. Z 204 ryc.	6.—
Męczkowska i Rychterówna. ĆWICZENIA Z PROPEDEUTYKI FIZYKI. Cz. I. Światło. Ciepło.	— 70
— Ćwiczenia z przyrody martwej. Wyd. IV, z 122 rys.	1.20
Moycho St. i Zienkowski Fr. KRÓTKI ZARYS CHEMJI Nieorganicznej, Wyd. VIII popr. Z rys.	8.—
Scheid K. Zbiór doświadczeń chemicznych. Z rys.	1.20
Sporzyński K. FIZYKA do użytku szkół średnich. Wyd. VII, opracował Wł. J. Wyczałkowski. Cz. I. Mechanika (część 1-sza) i ciepło. Z rys.	5.60
— — Cz. II. Mechanika (część 2-ga). Akustyka. Optyka. Z rys.	5.20
— — Cz. III. Magnetyzm i elektryczność. Z rys.	3.80
Wyczałkowski J. i Zborowski P. ZADANIA I ĆWICZENIA PRAKTYCZNE Z FIZYKI dla wyższych klas szkół średnich i szkół akademickich.	— —

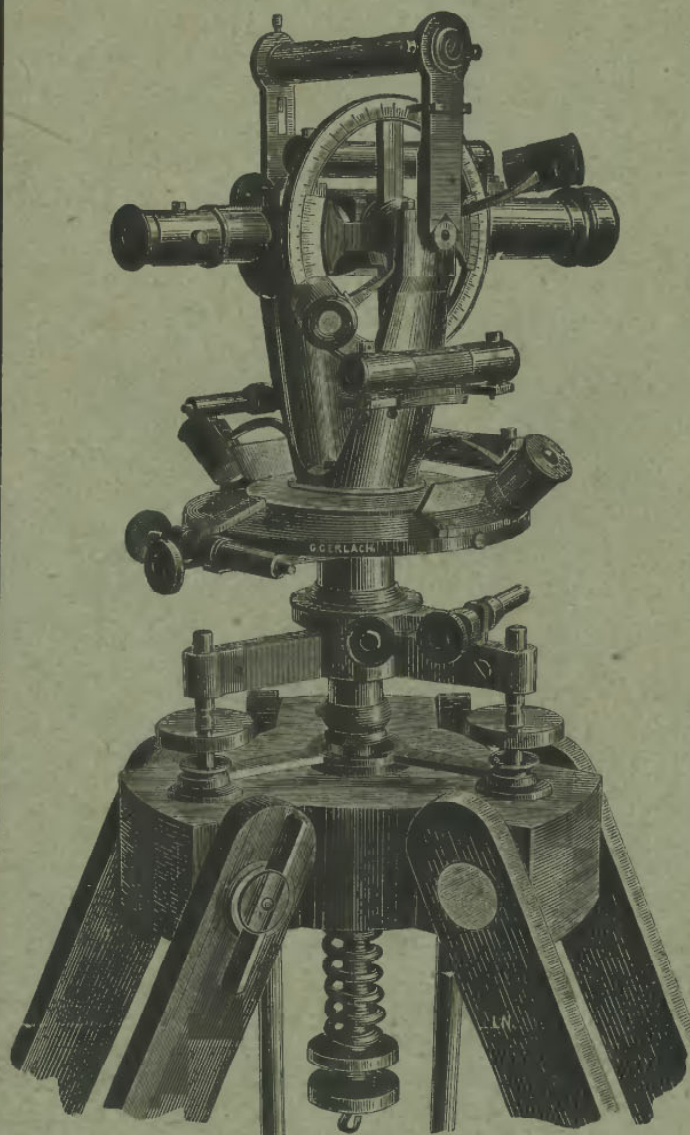
WYDAWNICTWO M. ARCTA W WARSZAWIE

G. GERLACH—WARSZAWA

OSSOLIŃSKICH 4

TAMKA 40

FABRYKA
INSTRUMENTÓW MIERNICZYCH I RYSUNKOWYCH



POLECA

teodolity,
niwelatory,
kierownice,
busole, tachi-
metry, łaty,
miary, taśmy
stalowe, stoły
kreślarskie,
przyrządy
rysownicze
Kuhlmann'a
i wszelkie inne
instrumenty
niezbędne dla
pp. inżynierów
i geometrów

PLANIMETRY i Pantografy CORADI'ego
ARYTMOMETRY szwedzkie „ORIGINAL ODHNER”
MASZYNY amerykańskie do pisania „UNDERWOOD”