

WI. GORCZYŃSKI.

## O „nauce o promieniowaniu“ A. Witkowskiego.

A. Witkowski, profesor Uniwersytetu Jagiellońskiego. „Zasady Fizyki“. Tom II, zeszyt 2-gi, część 5-ta <sup>1)</sup>). Wydawnictwo kasy im. Mianowskiego z seryi „Dzieł i rozpraw matematyczno-fizycznych“, wydawanych przez A. Czajewicza i S. Dicksteina. 8-ka, str. 304—565. Warszawa 1904.

Część piątą „Zasad Fizyki“ prof. A. Witkowskiego stanowi zupełnie nowoczesny wykład nauki o promieniowaniu, t.j. o wszystkich tych odmianach i przejawach energii w ruchu, o naturze falistej, które poznaliśmy dotąd w zakresie skali od najdłuższych drgań elektrycznych do najkrótszych fal nadfioletowych, oraz tych, które przyszłość w sobie ukrywa i które się do tej skali sprowadzić dadzą. Optyka dawniejsza, badająca dzisiejsze „światło“ nasze, może być uważana jako ustęp ogólnej nauki o energii promienistej; ważność i to wyróżnienie, jakie nadajemy falam „światłym“, objaśnia się nieledwie subiektywnymi tylko względami.

Dział Fizyki, opracowany w części piątej przez prof. Witkowskiego, odnoszą często—zwłaszcza fizycy niemieccy—do t.zw. Fizyki eteru, przeciwstawiając ją Fizyce materji. Jeżeli nawet odgraniczanie pojęcia materji i eteru, czynione obecnie, okazałoby się nadal potrzebnem i uzasadnionem przez istotę rzeczy, to jednak takie rozróżnienie

---

<sup>1)</sup> Tom pierwszy „Zasad Fizyki“ (Część I i II, str. 469) obejmuje Fizykę ogólną i własności dynamiczne materji, wydany został w r. 1892; tomu drugiego zeszyt I (część III o cieple i część IV o Fizyce cząsteczkowej, str. 301) w r. 1897 zeszyt II (część V o promieniowaniu, str. 303—565) w r. 1904. W tym ostatnim roku ukazało się też drugie wydanie tomu pierwszego. Pozostaje do ukończenia tom III o elektryczności i magnetyzmie.

wiedzy fizycznej nie zdaje się być słuszne; Fizyka jest jedna: jest ona Fizyką materji i eteru.

W kwestji tego eteru, na którym każda teoria falowa promieniowania opierać się musi i którego ominąć niepodobna. znajdujemy też stosowne, wyjaśnienie w kursie prof. Witkowskiego. Z powodu że kwestya eteru bywa często — zwłaszcza przez nie specjalistów-fizyków—nieprawdziwie oświetlana i traktowana, jako hipoteza dowolna, warto w kilku słowach zaznaczyć to stanowisko, z jakiego Fizyka umiejętna patrzy na eter. W dzisiejszem rozumieniu eter jest raczej przestrzenią obdarzoną własnościami fizycznymi; pozbawiony zupełnie cech hypotetycznych, jest on wspólnem podłożem działań elektromagnetycznych i t. zw. optycznych, które się w nim rozchodzą z prędkością skończoną.

Taki wynik jest konieczną konsekwencją następujących doświadczeń ustalonych faktów; objawy optyczne kształtują się tak, „jak gdyby z ciał promieniejących wybiegały fale o wielkiej częstotliwości drgań a stałej szybkości rozchodzenia się, liczonej w setkach tysięcy kilometrów. Gdzie są zaś fale, tam trzeba znaleźć dla nich podłoże. Nie może być takim podłożem powietrze; żadne z ciał znanych nie zdolne jest przewodzić fal z taką ogromną prędkością, a zresztą światło przenika swobodnie i przez t. zw. próżnię. Musimy zatem przyjąć, że próżnia, że wnętrza ciał—zwłaszcza przezroczystych—wypełnione są osobnym ośrodkiem, zdolnym w ten lub ów sposób przewodzić drgania lub lepiej zmiany świetlne. Ośrodkowi temu dajemy miano eteru.

Powyższe założenia nie stanowią żadnego dowolnego przypuszczenia; natomiast rzeczywiście hypotetycznymi były cechy, w jakich eter kształtował się w umysłach pierwszych twórców teorii falowej. Wyobrażali oni go sobie według wzorów zwykłej grubej materji, jako substancję sprężystą ciągłą; stosując dla niej znany wzór:

$$v = \sqrt{\frac{e}{d}},$$

uważali się za uprawnionych do wnioskowania o nadzwyczajnie wielkiej sprężystości i nader nieznacznej gęstości eteru. Takie dowolne przypuszczenia i błędne ekstrapolacje są w Fizyce dzisiejszej już przeżytkiem minionych dziesięcioleci i należą do kategorii pojęć w rodzaju „obawy próżni“, „ciepła promienistego“, „ciepłobarwności“ i t. p.

Gdy poznano przewidziane przez teorię *Maxella* fale działających elektromagnetycznych, nasz ośrodek eteryczny zyskał jeszcze silniejsze poparcie, jako wspólne podłoże, łączące „Optykę“ i Elektrodynamicę. Rozszerzając tak to pojęcie na zjawiska elektryczne i magnetyczne, jednocześnie wyjaśniono sobie, że zmiany w eterze pod wpływem fal elektromagnetycznych i ogólnie promienistych nie podpadają wogóle pod kategorię zmian mechanicznych i że nas nic nie zmusza do podobnego przypuszczenia. Niektórzy fizycy skłonni są nawet mniemać, że owe elektromagnetyczne „stany eteru“ są czemś nierównie pierwotniejszym i bardziej zasadniczym, aniżeli sam ruch, badany w *Mechanice*; pogląd ten wiąże się i opiera na potężnej teorii elektronów, która przepowiedziała między innymi piękne zjawiska *Zeemana* i której olbrzymiego znaczenia dzisiaj przewidzieć niepodobna.

Wyszlibyśmy z ram sprawozdania, gdybyśmy nad dalszemi pytaniami, związanemi z eterem, na tem miejscu dalej zastanawiać się chcieli. Zauważymy tylko mimochodem, że, pozostawiając na uboczu pytanie o ustroju eteru, zajmowano się wiele kwestyą jego ruchu lub udziału w ruchu ziemi. Badania te nie doprowadziły do żadnych rezultatów; zdaje się, że winą tu jest głównie nie niedostateczność środków doświadczalnych, ale niewłaściwe stawianie pytań, na które ma nam odpowiedzieć przyroda.

W umyśle dzisiejszych badaczy eter schodzi raczej do znaczenia symbolu. Jak pojęcie materji, mówi prof. *Witkowski*, jest wyrazem naszego doświadczenia zewnętrznego, zmysłowego, tak pojęcie eteru należy uważać jako wyraz naszych doświadczeń wewnętrznych, intelektualnych; eter jest białą tablicą, na której umysł nasz kreśli barwny obraz wzajemnych stosunków między ciałami materjalnemi.

W takim rozumieniu eter nie ma charakteru zwykłej hipotezy przeciwnie, prawdopodobieństwo jego istnienia jest nieskończenie blizkie pewności.

W obecnym czasie teorie zjawisk optycznych budują się nie na podstawach sprężystych, a elektromagnetycznych, które bliżej też odpowiadają i łączą się z teorią elektronów. Teorię elektromagnetyczną promieniowania przyjmuje też w swym kursie i prof. *Witkowski*; zresztą dla wyjaśnienia większości zjawisk optycznych wystarcza założenie, że promieniowanie polega na falistym rozchodzeniu się peryodycznych i poprzecznych zmian w ośrodku, bez wchodzenia bliżej w isto-

tę tych zmian. Sposób ten jest też konsekwentnie przeprowadzony w kursie niniejszym; dzięki temu i wszelkie wzory i stosunki, wyprowadzone dla odbicia, załamania, interferencji i uginania się fal zachowują swą ważność zawsze, niezależnie od teoryj dodatkowych.

Pierwszy rozdział kursu, zatytułowany „promieniowanie jako ruch energii“, omawia krótko emisję i absorbcję materyi, oraz różne odmiany promieniowania. Promieniowania „ciemne“ są tu tylko zaznaczone bez ogólnikowego choćby wymienienia ich rodzajów, do których odrazu można byłoby włączyć i pojęcie o promieniowaniach elektromagnetycznych, zrywając radykalnie z rutyną. Ponieważ czytelnicy dzieł kilkutomowych są prawie zawsze obznajmieni z początkami Fizyki, więc podanie przykładów z dziedzin, które dopiero później są szczegółowo traktowane, nie natrafia na trudności; z drugiej zaś strony rozwinięcie przykładów ogromnie uwypukla i oświetla wykładaną teorię.

Tak zw. ruch prostoliniowy promieniowania wraz z teorią cieuiów jest harmonijnie połączony z granicą ważności takiego ruchu. Okoliczność ta zasługuje zawsze na silne zaakcentowanie ze względu na to, że zbyt ni schematyzm w użytkowaniu promieni bardzo często utrudnia zrozumienie właściwego przebiegu zjawisk z nieodłącznem ich uginaniem się, interferencyą i t. p. Dobrze jest zawsze pamiętać, że nasze obrazy, skonstruowane przy pomocy promieni, są raczej fikcyą, że obrazy rzeczywiste polegają właściwie na koncentracyi promieniowań i zmianie natężeń, że „promienie“ tem bardziej przestają być realnemi i uchodzą od nas, im bardziej je zwięzić i izolować pragniemy.

Po wyjaśnieniu kilku metod i rezultatów badań nad prędkością światła, podane są w sposób systematyczny określenia rozmaitych wielkości, spotykanych w nauce o promieniowaniu, a mianowicie: dzielność promieniowania kulista i w kierunku uważanym, natężenie promieniowania, jasność, blask i oświetlenie; zarazem wyjaśnione jest t. zw. prawo L a m b e r t a. Ze względu na często spotykane pomieszanie nazw i pojęć, zestawienie powyższe jest nader pożyteczne dla czytelnika. Co się tyczy „jednostek świetlnych“, względnie świec metrowych, to rezultaty pomiarów T u m l i r z a dla promieniowania widzialnego są stanowczo o wiele za wysokie i jedynie dane Å n g s t r ö m a zasługują obecnie na uwzględnienie; z tego też względu oparte na poprzednich pomiarach wyliczenia oświetleń nie odpowiadają nawet w przybliżeniu rzeczywistości.

Rozdział I kończy czterostronicowy zarys, nazwany „aktinometrią“. Podana jest pokrótce teoria jednego aktynometru względnego, opartego na zasadzie kalorymetrycznej (termoskopu różnicowego), z zastosowaniem metody statycznej ustalenia się temperatur. Konstrukcja a także i teoria tego przyrządu jest z natury rzeczy bardzo niedostateczna i niewielkiego stąd czytelnik nabrać może pojęcia o metodzie i dokładności badań przy pomocy dzisiejszych aktynometrów i pyrhelionometrów (aktynometrów do pomiarów bezwzględnych).

Wzmiankowany aparat *Violla*'a jest bardziej pouczający, jednak i tu wyznaczenie równoważnika wodnego i inne błędy, nieodłączne od przyrządów kalorymetrycznych, zwłaszcza przy obserwacjach temperatur po dojściu do równowagi, są przeszkodą w dokładności metody.

Daleko więcej ściślemi są aktynometry, oparte na zasadzie dynamicznej (obserwacji temperatur w ruchu w równych odstępach czasu lub skali); teoria jednak tych przyrządów jest dość skomplikowana, a ich zastosowania odnoszą się głównie do Meteorologii.

„Aktinometry“ takie, jakie są obecnie używane w Fizyce i Meteorologii do badań ścisłych, a więc bolometr *Langley*a i pyrhelionometr kompensacyjny *Ångström*a, są tylko luźno wzmiankowane w wykładzie; ponieważ konstrukcja ich opiera się na zasadzie termoelektrycznej; dokładnego ich opisu ma oczekiwać czytelnik dopiero w dziele o elektryczności. To przesunięcie pozwoli na dokładniejsze wyjaśnienie metody i sposobu badań, chociaż z drugiej strony—wobec doniosłości tych pomiarów w Fizyce dzisiejszej, zwłaszcza w dziele o promieniowaniu t. zw. ciał idealnie czarnych — czytelnik, spotykając się z subtelnymi i bardzo ściślemi wynikami pomiarów promieniowań, nie będzie tymczasowo w stanie zrozumieć ich źródła i możliwości otrzymania tak nieuchwytnych i minimalnych wartości.

Rozdział pierwszy (XI tomu II) kończy pobieżna wzmianka o ogólnej metodzie fotometrii; parę prostych zastosowań tej metody przytoczono w zadaniach, które, podobnie jak i w tomach poprzednich, dołączane są do każdego rozdziału. Znaczenie fotometrii wzrasta obecnie w Fizyce, zwłaszcza ze względu na jej obecne zastosowania do mierzenia np. wysokich temperatur według skali radiacyjnej. Trzeba jednak zaznaczyć, że, według założenia, kurs prof. *Witkowskiego* opomija opisy przyrządów, ograniczając się do wyjaśnienia metody. Ze względu na dzisiejsze rozmiary nauki i zakresu kursu, jako „Zasad Fi-

czyki“ uwzględniających cele pedagogiczne, za takim sposobem wykładu przemawiają poważne względy praktyczne.

Rozdział XII i XIII poświęcony jest teorii promieniowania (interferencji) i uginaniu się światła. W dziale pierwszym wyjaśnione są prążki interferencyjne i niektóre ich zastosowania; teoria tych zjawisk mogła być przedstawiona krótko i przejrzyście wobec szczegółowych rozważań i wzorów teorii ogólnej fal, wyłożonych w Mechanice (w tomie pierwszym). Podane są także ciekawe zjawiska prążków Newtona, zasada interferometru Michelsona oraz zastosowania fal świetlnych stojących do fotografii barwnej. Przed przejściem do następnego działu o uginaniu się światła zaznacza autor założenia podstawowe teorii falowej i kwestyę eteru; stanowiska autora nie będziemy tu powtarzali: zostało ono wyżej streszczone.

Dział następny o uginaniu się światła może służyć za wzór tej jasności i przejrzystości wykładu, jaka zresztą wogóle cechuje kurs prof. Witkowskiego; mimo całej prostoty i nader skromnego posiłkowania się Matematyką, podziwienia godnym jest to ściśle naukowe i nowoczesne traktowanie zagadnień, jakie autor tak skromnymi środkami rozwija.

Po zaznaczeniu teorii cieniów rozważane są zjawiska uginania się w świetle rozbieżnym (sposób Fresnela) i w świetle zbieżnym albo równoległym (sposób Fraunhøfera). Bardzo ciekawe i nowoczesne jest wyjaśnienie znaczenia „ognisk“ i „obrazów“, a także funkcji soczewek i zwierciadeł kulistych ze stanowiska teorii falowej. Ten sposób przedstawiania zjawisk powitać można z tem większem uznaniem, że stosowany jest on bardzo rzadko, a po drugie stanowi pożądaną reakcję przeciwko schematyzmowi optyki geometrycznej z jej teorią soczewek. Rozdział XIII kończy ustęp o siatkach dyfrakcyjnych, następny zaś traktuje o barwach.

Cały wykład poprzedni opierał się na pojęciu promieniowania jednorodnego, bez bliższego określenia jego rozlicznych rodzajów. W rozdziale o barwach objaśnione jest przedewszystkiem powstawanie światła mieszanego, rozszczepienie na pojedyncze składniki przy pomocy spektroskopu, synteza i analiza t. zw. „światła białego“, które nie jest zresztą żadnym fizycznie określonym zjawiskiem. Następnie objaśnione jest powstawanie barw wogóle, a barw interferencyjnych w szczególności, a w dodatku także i błękitu nieba. Zgodnie z tytułem swego dzieła,

które nie jest optyką, lecz traktuje naukę o promieniowaniu wogóle, oprócz barw widzialnych, osobny ustęp poświęcony jest barwom niewidzialnym, podczerwonym i nadfioletowym; w badaniach tych oko ludzkie zastępuje już aktynometr (bolometr L a n g l e y a lub pyrhelimetr kompensacyjny Å n g s t r ö m a).

Końcowy ustęp wykładu o barwach, wyjaśnia sposób wyznaczania barw za pomocą linii widmowych; do tegoż rozdziału dołączone są dwie tablice litograficzne z widmem słonecznym, z krzywą energii L a n g l e y a i systemem prążków interferencyjnych.

Oryginalnie i bardzo ciekawie opracowane zostały dwa następne rozdziały (XV i XVI), obejmujące odbijanie i załamywanie się światła oraz narzędzia optyczne. Wszelkie wnioski, otrzymane na zasadzie geometrycznego rozważania promieni według prawa załamania, są uzasadnione także z punktu widzenia teorii falowej. Rozważane są działania szyb płasko-równoległych i pryzmatów, z zastosowaniem ich do pomiarów współczynnika załamania przy pomocy spektrometru. W teorii spektroskopu pryzmatycznego rozpatrzone są warunki czystości widma, zdolności rozszczepiającej (na zasadzie prążków dyfrakcyjnych), a także ustrój widma pryzmatycznego w porównaniu z widmem normalnym. Pokrótce wspomniane są warunki całkowitej przezroczystości i całkowitego odbicia, a także własności astygmatycznej lub, jak mówi autor, bezogniskowej wiązki promieni.

Rozdział o narzędziach optycznych rozpoczyna się od rozpatrzenia przypadku załamania na kuli. Równanie, określające zmianę odchylenia promieni na powierzchni kulistej, jest zastosowane do przypadku padania światła na stronę wklęsłą i wypukłą (fig. 211 została jednak przez omyłkę błędnie przedstawiona w warunkach, odpowiadających figurze poprzedniej). Zarazem wyjaśnione jest pojęcie aberacji sferycznej i określone t. zw. punkty aplánatyczne.

Główne wzory teorii soczewek przedstawione zostały przy pomocy pojęcia o rozbieżności wiązek, których miarą są kąty między promieniami skrajnymi wiązki. Zbieżność odpowiada rozbieżności ujemnej; iloczyn zaś rozbieżności przez współczynniki załamania bezwzględnych ośrodków, w których przebiegają wiązki, nazwane są rozbieżnościami optycznymi. Jako miara rozbieżności przyjęte są dioptrye.

Przy pomocy wzorów, otrzymanych dla powierzchni kulistej, wprowadzony jest wzór dla soczewek cienkich; następnie zaś rozpatrzone

jest układ osiowy powierzchni kulistych z jego punktami głównymi i węzłami. Zarazem omawiane jest z punktu widzenia optycznego oko i działanie lupy.

W ustępie 196 podana jest reguła wstaw („Sinusbedingung“ A b b e g o), jako warunek utworzenia wiernego i wyraźnego obrazu bardzo małego przedmiotu przy pomocy szerokiej wiązki promieni. Reguła ta (lub lepiej „warunek wstaw“) podany został bez dowodu (istnieje dosyć elementarny dowód Johna H o c k i n a); z drugiej strony nie znajdujemy bliższej wzmianki o błędach, powstających przy odwzorowywaniu rozległych przedmiotów przy pomocy bardzo wąskich promieni, jako to: astygmatyzmu, krzywizny pola i wykrzywianiu linii. Ten ostatni „błąd“ zwłaszcza rzuca się w oczy przy użyciu lup; daje się też z łatwością wyprowadzić warunek t. zw. ortoskopii.

Z powodu uwag na str. 463 można zaznaczyć, że zwięźaniem pęków wcale nie usuwamy wogóle astygmatyzmu, o ile osi tych pęków są pochylone; w ten sposób usuwamy tylko błędy kuliste dla punktów poza osią (t. zw. Komafehler).

W stosunku do teorii przyrządów optycznych wiele punktów ważnych pozostało nieporuszonych, a także sprawa o biegu rozszczepień w szklach (zwłaszcza jenajskich) jest prawie nietknięta. Trzeba jednak przyznać, że wskutek ograniczonych rozmiarów kursu trudno jest uwzględnić wszystkie, choćby czysto fizyczne, zastosowania i teorie.

W ustępie o ograniczeniu wiązek promieni zaznaczone jest ważne, a dotąd mało spotykane, pojęcie „żrenicy“ pierwszej i drugiej przyrządu optycznego (Eintritts- i Austrittspupille według A b b e g o); teoria przesłon (autor wyjątkowo posługuje się tu cudzoziemskim wyrazem „diafragma“) jest tylko wogóle mimochodem zaznaczona.

W teorii aberacji chromatycznej wzory zyskują wielce przez wprowadzenie wartości t. zw. rozszczepienia względnego; dla części widzialnej widma przyjęto określać je wzorem:

$$\nu = \frac{n_D - 1}{n_F - n_C},$$

który okazuje się ważnym i nader pożytecznym nie tylko przy achromatyzacji, ale także przy badaniu wzorów dyspersyjnych.



Teorya okularów, zresztą wogóle szczupła i niedostateczna, jest zaznaczona w końcu wykładu o aberacyi chromatycznej (wiązek pochyłonych); osobno podana jest teorya lunety i mikroskopów. Teorya mikroskopów zasługiwałaby może, ze względu na zakres zastosowań tych przyrządów, na zupełniejsze traktowanie, zaznaczyć jednak trzeba, że nie została pominięta wskazówka o charakterze interferencyjnym obrazów mikroskopowych.

W szeregu zadań, dołączonych do rozdz. XVI, pomieszczony jest (N. 320) interesujący dowód prawa C l a u s i u s a o zależności emisji od spólczynnika załamania otaczającego ośrodka.

Rozdział XVII, poświęcony całkowicie polaryzacyi i podwójnemu załamaniu, rozpoczyna się od zjawisk polaryzacyjnych przez odbicie, następnie wyłożone są zasady polaryzatora i analizatora. Interesujący ustęp wyjaśnia sprawę o kierunku drgań czyli położeniu wektora świetlnego względem płaszczyzny polaryzacyi. Jak wiadomo, drgania odbywają się, według teoryi elektromagnetycznej, w obudwu kierunkach: elektryczne prostopadle, magnetyczne równolegle do płaszczyzny polaryzacyi; ze względu na uwydatniający się wpływ wektora prostopadłego, przyjęty jest w wykładzie prostopadły do płaszczyzny polaryzacyi kierunek drgań świetlnych.

Teoretyczne rozważania są prawie zupełnie pominięte; przytoczony jest wzór B r e w s t e r a i M a l u s a, a z teoryi odbijania się światła F r e s n e l a podane są niektóre ciekawsze rezultaty.

W dalszym ciągu są opisane: zachowanie się ciał różnokierunkowych (kryształów) w świetle spolaryzowanym, polaryzacya eliptyczna i kolistą, załamanie podwójne jedno i dwuosiowe (z rysunkami kształtów powierzchni falowych) i podany ustęp osobny o skręcaniu płaszczyzny polaryzacyi.

Tom drugi kończy interesujący nader rozdział o własnościach promienistych materyi; po poznaniu praw rozchodzenia się promieniowania pozostały do omówienia stosunki wzajemne materyi i energii promienistej i pytanie o charakterze promieniowań w łonie materyi.

Wiązka promieni jednorodnych, padając na warstwę jakiegokolwiek ciała w dowolnym stanie skupienia, ulega wogóle następującym zmianom: część energii odbija się prawidłowo, część zostaje rozproszona i przepuszczona, reszta ulega pochłonięciu. Powstające stąd pytania o zdolno-

ści odbijającej i rozpraszającej (albedo), o współczynnikach przezroczystości łącznie z widmami absorbcyjnymi i kolorymetrią, wreszcie o zdolności absorbcyjnej są jasno i względnie wyczerpująco przedstawione.

W osobnym ustępie omawiana jest absorbcya łącznie z rozszczepieniem; autor usiłuje tu wytłómaczyć mechanizm wewnętrzny zjawiska absorbcyi, obejmując tem zarazem zjawiska załamania i dyspersyi. Biorąc za punkt wyjścia zasady współdrżania i rezonansu, przedstawia rozszczepienie normalne i anomalne. Na zasadzie rezultatów teorii matematycznej ruchu fal w ośrodku, zasianym cząsteczkami współdrżającymi, wyprowadzony jest (dla ciał przezroczystych, z wyjątkiem prążków absorbcyjnych) wzór dyspersyjny postaci:

$$n^2 = A + \frac{B}{\lambda^2 - \lambda_1^2} + \frac{C}{\lambda^2 - \lambda_2^2} + \dots$$

gdzie  $A, B, C, \dots$  są stałemi,  $n$  jest współczynnikiem załamania, a  $\lambda$  przedstawia długość fali (w próżni).

Pytanie o związku między zdolnością emisyjną i absorbcyjną prowadzi także do pojęcia o t. zw. doskonale czarnem promieniowaniu, którego wprowadzenie do teorii tych zjawisk okazało się niezwykle płodnym i doniosłym. Definicya ciała idealnie czarnego podana została już poprzednio przy absorbcyi, następnie zaś z rozważań charakteru promieniowań w dowolnego kształtu naczyniu o ścianach nieprzezroczystych przedstawione są warunki urzeczywistnienia takiej „czarnej“ emisji.

Otrzymany rezultat, że promieniowanie, wychodzące przez malutki otwór z naczynia nieprzezroczystego, zamkniętego i zawierającego jakiegokolwiek ciała dowolne, jest co do natężenia całkowitego i co do złożenia z poszczególnych promieniowań jednorodnych takie, „jak gdyby“ wewnątrz naczynia było doskonale czarne — sprawdza się w zupełności, jednakże użytemu w kursie sposobowi dowodzenia dałoby się niejedno zarzucić. Zwłaszcza ryzykownem wydaje się przejście od równości prądów energii w obudwu komorach (fig. 279 na str. 546) dla całości promieniowania do równości tej dla każdej barwy jednorodnej z osobna. Oczywiście, ten drugi wniosek wcale z pierwszego nie wypływa i można doskonale przedstawić sobie równość całkowitych promieniowań wobec

odpowiedniej kompensacji w poszczególnych barwach. Według słów kursu (str. 547), o równości dla każdej barwy przekonamy się, wyobrażając sobie, że otwór, dzielący komory, przykryty jest płytką doskonale przezroczystą dla jednej barwy a zupełnie nieprzezroczystą dla wszelkich innych; równowaga temperatur ma się wtenczas utrzymywać tylko za pośrednictwem tego jedyne go rodzaju promieniowania. To rozumowanie nie zdaje się być wcale przekonywającym, gdyż ani operacje z ciałem o tak, teoretycznie nawet, fikcyjnej przezroczystości nie są bez zarzutu, ani też o równowadze temperatur w takich warunkach trudno wypowiadać ściśle wskazówki.

Prościej można było ograniczyć się tylko do konsekwencji prawa Kirchhoffa, uważając samo prawo jako zastosowanie zasady rezonansu dla dziedziny promieniowań z uwzględnieniem pewnych dopełnień i warunków.

Dalszy ustęp poświęcony jest doniosłym badaniom fizyków niemieckich nad emisją ciał doskonale ezarnych, z przytoczeniem t. zw. prawa przemieszczeń Wien a, wzoru Plancka o rozkładzie energii w widmie i o podstawach radiacyjnej skali temperatur. Ta ostatnia skala przedstawia taką teoretyczną i praktyczną doniosłość, że szczególowsze jej przedstawienie byłoby nader ważnem i pouczającym.

Końcowe ustępy omawiają, z właściwą autorowi jasnością, zjawiska widm emisyjnych, podstawy analizy widmowej, luminescencyę i działanie chemiczne energii promienistej.

O „Promieniowaniu“ prof. Witkowskiego nie można mieć innego zdania jak to, które wypowiedział był prof. Wl. Natanson z powodu „Nauki o ciepłe“ tegoż autora; jest to kurs doskonały w pełnem tego słowa znaczeniu. Drobn e uwagi, nastroczające się w niektórych kwestyach szczególnych, prawie wyłącznie wynikają z olbrzymiego wzrostu i licznych zastosowań teoryj fizycznych, których równomierne uwzględnienie jest sprawą coraz trudniejszą w ogólnym wykładzie Zasad Fizyki.

Zalety kursu szanownego profesora zwłaszcza dobitnie występują przy porównaniu z odpowiednimi wydawnictwami zagranicznymi. Pod względem jasności i przejrzystości wykładu przewyższa on, zdaniem naszym, wszystkie znane obecnie kursy Fizyki w języku niemieckim; co się zaś tyczy opracowania treści oraz naukowego i ściśle współczesnego

charakteru wykładu nie ustępuje on bynajmniej najlepszym wzorom francuskim i angielskim.

Na pierwszym też miejscu należy zaznaczyć niepospolite zalety pedagogiczne „Zasad Fizyki“ z całym szeregiem zadań, dołączanych do każdego rozdziału. Zgodnie z przedmową do pierwszego wydania, kurs ten przeznaczony jest głównie dla uczących się, chociaż wszystkim, pragnącym się wykształcić w zasadach Fizyki dzisiejszej, można go jednakowo gorąco polecić.

*Wł. Gorczyński.*