

Polskie Towarzystwo Przyrodników
im. KOPERNIKA

KOSMOS

Seria B
PRZYRODA NIEOŻYWIONA



ROK IV

ZESZYT 2(14)

WARSZAWA 1958

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

POLSKIE TOWARZYSTWO PRZYRODNIKÓW
Im. KOPERNIKA

K O S M O S

Seria B: PRZYRODA NIEOŻYWIONA



ROK IV

WARSZAWA 1958

ZESZYT 2(14)

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

Redaktor Naczelny
LEOPOLD INFELD

Zastępca Red. Naczelnego
KAZIMIERZ MAŚLANKIEWICZ

Członek Komitetu Redakcyjnego
JÓZEF HURWIC

Sekretarz Redakcji
ROMAN ŻELAZNY

Adres Redakcji: Warszawa, ul. Hoża 69

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
Warszawa 1, Miodowa 10

Nakład 1000	Oddano do składania 20.II.58
Ark. wyd. 7, druk. 6	Podpisano do druku 3.VI.58
Papier ilustr. kl. V 70 g B1	Druk ukończ. w czerwcu 1958
Cena zł 15.—	Zam. 84 A-12

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, Śniadeckich 8

Zygmunt Klemensiewicz

MARIAN SMOLUCHOWSKI WSPOMNIENIA SPRZED LAT CZTERDZIESTU

Dwie wielkie wojny, które szalały na ziemiach polskich za życia mej generacji, zadały obok nieobliczalnych zniszczeń w stanie ludności i mienia, także naszej kulturze głębokie rany, zabierając szereg wyjątkowych jednostek. Jedną z najboleśniejszych strat, spowodowanych przez pierwszą wojnę, był zgon Mariana Smoluchowskiego, profesora Uniwersytetu Lwowskiego w latach 1899—1913 i Jagiellońskiego w Krakowie 1913—1917. Nie mam tutaj zamiaru rozpatrywać całokształtu jego działalności, charakteryzować dorobku naukowego i stanowiska, jakie osiągnął w międzynarodowej hierarchii uczonych. Czyniono to już bowiem wielokrotnie. Na łamach tego pisma¹ omówili różne strony jego działalności wkrótce po śmierci Stanisław Loria, Antoni Gałęcki i Konstanty Zakrzewski, współpracownicy z Uniwersytetu Jagiellońskiego; również ukazało się w *Kosmosie* w dziesiątą rocznicę śmierci² wspomnienie napisane przez Tadeusza Malarskiego, oddające wiernie, choć przystępnie, główny kierunek myśli naukowej Smoluchowskiego. Przed dwoma laty zaś jego życie i twórczość doczekały się bardzo starannego, monograficznego, opracowania przez Armina Teskego³. Same prace Smoluchowskiego, zarówno ściśle naukowe, jak i dydaktyczne i popularyzacyjne, zostały wydane, staraniem Polskiej Akademii Umiejętności, w trzynomowym zbiorze⁴, a niedawno ukazał się wybór prac o bardziej ogólnym charakterze⁵. Nie jest więc trudno zaznajomić się z myślami, które wniósł do nauki Smoluchowski, a z których poznanie i dziś jeszcze, nie tylko specjalista fizyk, ale i przyrodnik i technik, może odnieść duże korzyści. Celem niniejszego artykułu jest uzupełnienie tego, co już napisano o Smoluchowskim, scharakteryzowanie pewnych mniej znanych stron jego działalności, które jednak sam on uznawał za ważne, tudzież dorzucenie garści wspomnień⁶.

Ze Smoluchowskim zetknąłem się zaraz po wstąpieniu na Wydział Filozoficzny Uniwersytetu Lwowskiego, w zimowym półroczu 1904/5. Zgłosił on wówczas jednogodzinny wykład pt. „Analiza spek-

¹ „Kosmos“, 42, 195, 218 i 233 (1917).

² „Kosmos“, 52, 285, (1927).

³ A. Teske, *Marian Smoluchowski, życie i twórczość*, Państw. Wyd. Nauk., 1955.

⁴ *Pisma Mariana Smoluchowskiego*, Kraków 1924-8.

⁵ Marian Smoluchowski, *Wybór pism filozoficznych*, Warszawa 1956.

⁶ Kilka takich wspomnień podał K. Gostkowski, „Post. Fizyki“, 4, 233 (1953).

tralna i teoria promieniowania“, który odważnie wpisałem do indeksu, mimo że dopiero na I roku. Treść była zresztą fenomenologiczna i ze względu na mały wymiar godzin trochę fragmentaryczna. Mnie interesował szczególnie drugi, na szczęście szerzej uwzględniony temat. O profesorze S m o l u c h o w s k i m wiedziałem już wówczas, że jest nadzwyczaj zdolnym i mimo młodego wieku znanym fizykiem teoretycznym a także wybitnym alpinistą, co kto wie, czy nie większy budziło we mnie podziw. Właśnie bowiem, podczas minionych wakacji, zabrałem się na serio do taternictwa. Już zewnętrznie rozciągał S m o l u c h o w s k i wielki urok. Piękny, dobrze zbudowany, o oryginalnych rysach twarzy, mówił dość cicho, z nieco zaciśniętymi wargami, nie patrząc na salę. Widać było, że wykładanie po polsku sprawia mu pewną trudność, nie zauważyłem jednak błędów językowych lub stylistycznych. Natomiast zdałem sobie sprawę, że sam rodzaj wykładu dla początkujących, mało systematycznego i unikającego matematycznych argumentów, wyraźnie go krępuje. W następnym roku 1905/6 miał S m o l u c h o w s k i rozpocząć cykl wykładów fizyki teoretycznej mechaniką ogólną. Jednak użył urlopu i na jesieni wyjechał do Cambridge. Zamiast niego astronom prof. E r n s t, który mnie uczył krótko w gimnazjum matematyki, wykladał mechanikę nieba.

O naukowej stronie pobytu S m o l u c h o w s k i e g o w Cambridge wiemy niewiele. Pewne jest, że oficjalnym celem była praca w laboratorium J. J. Thomsona. Był to jednak raczej środek niż cel. Chodziło głównie o to, by być w częstej styczności z „bardzo interesującym człowiekiem“, który w tym okresie stał u szczytu swych sił twórczych „pełnym pomysłów i śmiałych spekulacji“, jak pisał S m o l u c h o w s k i o T h o m s o n i e w liście do matki po przybyciu do Cambridge. W tymże liście znajdujemy dalej: „słucham jego wykładów o własnych pracach, które są z pewnością najciekawszymi rzeczami, o jakich kiedykolwiek słyszałem“ i taki jeszcze szczegół: „on zresztą jest teoretykiem (choć profesorem fizyki doświadczalnej) i nie lubi sam pracować doświadczalnie, tylko pozostawia to swoim asystentom“. Ironia losu sprawiła, że swe znaczenie w nauce zawdzięczał wielki J. J.⁷, jak go uczniowie nazywali, właśnie odkryciom doświadczalnym, gdy w teorii nie miał zbytniego szczęścia. Najlepszą sposobność do rozmów naukowych z T h o m s o n e m i jego współpracownikami dawały codzienne „teas“ (herbatki laboratoryjne), na które schodzili się po obiedzie wszyscy. Nie wiemy, czy rozmawiano też o teorii kinetycznej, jednak wydaje mi się, że bardzo realistyczne traktowanie elektronów i innych nowo odkrytych cząstek, przez szkołę Thomsona, pomogło S m o l u c h o w s k i e m u do przezwyciężenia zastrzeżeń empiriokrytycyzmu wobec atomistyki. T h o m s o n, ze swej strony, miał o pracach S m o l u c h o w s k i e g o wysokie mniemanie („a very high opinion of his work“), jak mnie zapewnił syn jego, G. P. T h o m s o n, również wybitny fizyk. Że S m o l u c h o w s k i rozpoczął pracę w Cavendish Laboratory, wynika też z jego listu do matki. Poświęcał jej nawet dużo czasu, choć z góry nie przypuszczał, by w czasie krótkiego urlopu zdołał skończyć coś większego. Że tak się stało istotnie, był może i inny powód. W połowie lipca 1905 ukazał się zeszyt „Annalen

⁷ Czyt. Dzej Dzej.

d. Physik“, zawierający pierwszą pracę Einsteina o ruchach cząstek zawieszonych. Jeżeli nawet Smoluchowski nie dostał jej we Lwowie, co wobec pory wakacyjnej było możliwe, to chyba na pewno zobaczył ją w Cambridge, a to musiało go skłonić do opublikowania swych rezultatów odnośnie do ruchów Browna, których już wyraźnie tyczyła się druga praca Einsteina, wydrukowana przy końcu marca, kiedy Smoluchowski opuszczał Cambridge. Praca jego o ruchach Browna została też zreferowana na posiedzeniu Wydz. Mat.-Przyrodn. Akademii Um. w Krakowie, 9 lipca 1906.

Na swych wykładach nie miał Smoluchowski początkowo audytorium zbyt liczne, gdyż studiujących matematykę i fizykę można było policzyć na palcach. W latach następnych, gdy chodziłem na wykłady fizyki teoretycznej, było słuchaczy już tylu, że wypełniali małą salę Zakładu Fizycznego. Ten wzrost w pierwszych latach stulecia spowodowany był szybkim rozwojem szkolnictwa średniego i wynikającym stąd zapotrzebowaniem sił nauczycielskich. Wykłady Smoluchowskie go uchodziły za trudne, były bowiem prowadzone na wysokim poziomie i wymagały dość dużego przygotowania matematycznego. Widać to było na ćwiczeniach, które później nosiły nazwę seminarium. Smoluchowski wypisywał temat na tablicy i zapraszał chętnych. W praktyce kończyło się często na tym, że zadanie sam rozwiązywał.

Podnoszono nieraz, że Smoluchowski nie czuł się dobrze we Lwowie, zwłaszcza w pierwszych latach. Trzeba jednak spojrzeć na sprawę krytycznie. Na pewno bowiem skargi jego, jeśli miały służyć jako uzasadnienie prośby o urlop dla wyjazdu za granicę, były przejawem. Z drugiej strony jednak nie był on niewątpliwie naturą kresową jak Tadeusz Godlewski lub Stefan Dąbrowski i dlatego nie rozumiał pewnych trudności i nie oceniał niektórych zalet tego miasta. Wychowany w zamożnej, liberalnej stolicy federalistycznej monarchii i po dłuższym pobycie w innych wielkich stolicach europejskich, przeniesiony do Lwowa, wówczas miasta dwustutysięcznego, uboższego bo pozbawionego zaplecza przemysłowego, musiał silnie odczuć zmianę poziomu i stylu życia. Dlatego też spodobała mu się Warszawa, bogate centrum handlowo-przemysłowe, tętniące wystawnym życiem towarzyskim. W Galicji tych sfer nie było, a znaczny procent inteligencji stanowiła klasa urzędnicza, do których zaliczało się i nauczycielstwo szkół średnich i powszechnych, a więc ludzie również finansowo ograniczeni. Cokolwiek by zresztą miało się powiedzieć o wadach i błędach stanu urzędniczego w Galicji, sprawiedliwość każe stwierdzić, iż reprezentował on również pewne walory zawodowe. Dzięki nim odrodzona Polska znalazła się w posiadaniu kadry administracyjnych, sądowych i nauczycielskich, które w zadziwiająco krótkim czasie potrafiły stopić trzy zabory w organiczną całość. Profesorowie szkół akademickich stanowili w owym czasie elitę inteligencji w stopniu na pewno wyższym niż w wielu innych europejskich ośrodkach uniwersyteckich, byli też nieźle wynagradzani. Profesor nadzwyczajny pobierał 400, zaś zwyczajny 600 koron miesięcznie. Wybitne jednostki dochodziły, po kilkunastu latach służby, do poborów 1000 koron, przywiązanych do tytułu „radcy dworu“. Czynnosc mieszkaniowy pochłaniał około 25% poborów. Reszta stanowiła, pod względem siły kupna, równoważnik

pięciu wzgl. siedmiu i pół tysięcy dzisiejszych złotych. Artyści i pisarze byli może gorzej wynagradzani niż dzisiaj, prawnicy, lekarze i inżynierowie znacznie lepiej.

Smoluchowscy umieli skupić wkoło siebie dużo ludzi ze sfer akademickich i artystycznych. Gdy wyjeżdżali do Krakowa w r. 1913, żegnano ich wspaniałym bankietem.

Jako środowisko akademickie przedstawiał się Lwów pokaźnie ze swymi czterema uczelniami akademickimi. Co prawda silną stronę Uniwersytetu stanowiły przede wszystkim dyscypliny humanistyczne⁸ a w nieco mniejszym stopniu świeżo kreowana medycyna. Prawo wybiło się dopiero po pierwszej wojnie. Dział matematyczno-fizyczny i chemia były w chwili przybycia Smoluchowskiego do Lwowa niewątpliwie w zastoju. Jeśli chodzi o stronę doświadczalną, z powodu ciasnoty i niedoskonałości budynków laboratoryjnych i szczupłych dotacji, zaś po stronie teoretycznej z powodu niedostatecznej i nieodpowiedniej obsady. Ale stosunki poprawiały się szybko. Powołanie na jedną z katedr matematyki W. Sierpińskiego zapoczątkowało ruch, którego wynikiem było powstanie we Lwowie między wojnami, świetnej szkoły matematycznej. Skutkiem odmłodzenia kadr poprawiła się i chemia.

Podobnie kształtowały się stosunki w Politechnice Lwowskiej, gdzie na przełomie stuleci obsada matematyki i fizyki była bardzo słaba. Wydział chemiczny, personalnie dobrze obsadzony i dotowany, był jednak jednostronny w swym analitycznym kierunku. Lecz już w pierwszych latach XX stulecia zaczęło się to zmieniać, gdy na fizykę przyszedł Godlewski, a na mechanikę Huber. Przedmioty techniczne były na ogół dobrze obsadzone, tak że inżynierów dostarczała ta szkoła dobrych i w ilości wystarczającej. Jeżeli więc postęp techniczny nie był w Polsce dostatecznie szybki, to z braku środków pieniężnych na inwestycje, a nie sił technicznych.

Biblioteki na Uniwersytecie i na Politechnice, zarówno główne, jak i poszczególnych zakładów, były już za moich czasów dobrze zaopatrzone w książki i czasopisma, a humanistyka rozporządzała jeszcze dużym zbiorem Zakładu Ossolińskich.

Myśl przyrodnicza rozwijała się we Lwowie także poza Uniwersytetem, dzięki istnieniu w tym mieście pierwszego w Polsce, a jednego z pierwszych na świecie, Muzeum Przyrodniczego Dzieduszyckich, ze szczególnie bogatymi zbiorami geologicznymi, nagromadzonymi przez M. Łomnickiego, R. Zuberę i ich uczniów. Żywa działalność rozwijało Tow. Przyrodników im. Kopernika i jego organ — „Kosmos“.

Całość życia naukowego skupiła się na kilka lat przed pierwszą wojną w Tow. Popierania Nauki Polskiej, w którego zarządzie pracował też Smoluchowski. Dzięki magnackiemu darowi B. Orzechowicza w kwocie pół miliona koron przekształciło się ono w Lwowskie Tow. Naukowe, które rozwijało się pięknie między wojnami.

Widzimy, że lata, które Smoluchowski spędził we Lwowie, były dla tego miasta okresem szybkiego rozwoju na wielu polach. Już od powstania 63 roku znajdowali tam azyl działacze polityczni, prześladowani

⁸ Wśród nich wybiła się historia ze znakomitościami jak Askenazy, Balcer, Fijałek, Finkel, Kubala i Wojciechowski.

przez carat. Po strajku szkolnym i rewolucji w Królestwie napływały fale młodzieży studiującej, literaci i artyści z całej Polski, gościnnie przyjmowani. Lwów stał się na lat dziesiątek duchową stolicą Polski. Utyskiwania S m o l u c h o w s k i e g o na galicyjskie stosunki stopniowo cichły. Nie sędzę, by to była rezygnacja; nauczył się tylko pracować w trudniejszych warunkach i właśnie w tym mieście powstały jego najlepsze prace. Tu wykształcił jedynych trzech doktorantów. Wpływ Lwowa wyraził się chyba najsilniej w ostatniej rzeczy, jaką S m o l u c h o w s k i wydrukował, nekrologu Karola Olszewskiego, przepojonym kresowym prawie patriotyzmem.

Jeszcze dwa przejawy kultury Lwowa mogły stanowić dla S m o l u c h o w s k i e g o szczególną atrakcję: muzyka i narciarstwo. Lwów był, według zgodnej opinii, najmuzykalniejszym miastem polskim, kolebką wielkich śpiewaków, a zwłaszcza śpiewaczek i wirtuozów instrumentalnych. Istniało tam kilka doskonałych szkół muzycznych: Konserwatorium Tow. Muzycznego, kierowane przez ucznia Szopena Mikulego i prywatna szkoła Marka, ucznia Liszta. W początkowych latach stulecia życie muzyczne Lwowa rozwinęło się nawet ponad stan. To miasto, niespełna ćwierćmilionowe, pozwalało sobie przez kilka lat na zbytek utrzymywania obok stałej opery takieże filharmonii z czterema koncertami tygodniowo, były tam także liczne i dobre chóry amatorskie i koncerty znanych solistów z całego świata. S m o l u c h o w s k i e g o można było często widzieć na koncertach, nawet w latach późniejszych, gdy był bardzo zajęty. Jak wiadomo, nie zachwycił się on muzyką Szopena, uważając ją za zbyt kobiecą. Może winnym tej opinii był panujący wówczas, zwłaszcza wśród dyletantów, sentymentalny styl interpretacji. Ponadto nawet wybitni pianiści występowali wówczas z repertuarem, ograniczonym tylko do najpopularniejszych dzieł Mistrza. Skarżył się na to do mnie w bardzo ostrych słowach Karłowicz podczas jednej wycieczki tatrzańskiej, odbytej we dwójkę. Gdyby S m o l u c h o w s k i mógł słyszeć dzisiejszych interpretatorów Szopena, zmieniłby chyba zdanie.

We Lwowie wytworzyło się na początku XX-go stulecia bardzo szybko rozwijające się środowisko narciarskie. Miasto posiadało na swym obszarze i w pobliżu dobre warunki terenowe i klimatyczne. Ale wprost doskonale przedstawiała się okolica dalsza. Na południe biegle trzy linie kolejowe, które przez Sambor, Stryj i Stanisławów docierały do Karpat i przecinały je w poprzek, by zbiec na Nizinę Węgierską. Każdą z nich obsługiwało po kilka pociągów na dobę, które po zorganizowaniu się narciarstwa prowadziły w sezonie osobne wozy dla narciarzy. Zresztą i poza nimi jechało się na ogół, nawet w III klasie, wygodnie. Bilet powrotny ze zniżką narciarską kosztował ze Lwowa do Sławka 6,90 kor., nocleg w schronisku 1 kor., obiad 1—1,50 kor. Po przejechaniu od 100 do 200 km było się w sercu Karpat, gdzie dobry śnieg znaleźć można było przez cztery do pięciu miesięcy zimy i przedwiośnia. W styczniu 1907 r. powstało we Lwowie Karpackie Towarzystwo Narciarzy, pierwsza, aż do ostatniej wojny czynna, polska organizacja narciarska. Prezesem został, po przeniesieniu się do Lwowa, starszy brat i towarzysz górski Mariana — Tadeusz. Mieszkał on przedtem na Podkarpaciu i stamtąd, korzystając z każdej wolnej chwili, wypadał w góry, często nawet samotnie, jak

w 1901 na Bliżnicę, najwyższy szczyt pasma Świdowca, na pld. stronie Karpat. Była to pierwsza znana wycieczka narciarska w te strony. Posiadał on wcześniej dobry sprzęt narciarski i technikę jazdy i był instruktorem Mariana.

Narciarze lwowscy rozwijali coraz to żywszą działalność turystyczną na coraz to dalszych obszarach Karpat, często daleko poza granice Galicji. Masowa turystyka rozwinęła się potem między wojnami, stając się ważnym czynnikiem ekonomicznego i kulturalnego postępu ubogich okolic górskich. Również i we Lwowie urządzano niedzielne wycieczki w okolice i kursy narciarskie, a we środy schodzono się na zebrania, zwykle połączone z ilustrowanymi wyświetlaniem przezroczy sprawozdaniem z wycieczek, z których co druga przynosiła odkrycie nowych terenów. Marian Smoluchowski zbyt był zaabsorbowany pracą naukową, by w tym kipiącym życiu narciarskim brać częstszy udział. W lutym 1909 uczestniczył z bratem, M. Dudrykiem, przodownikiem Karp. T-wa Narciarzy i kilku innymi kolegami klubowymi, w pierwszym narciarskim wyjściu na Sywulę, najwyższy szczyt Gorganów, dokonany mimo silnego, mroźnego, wichru, który spowodował u kilku uczestników odmrożenia kończyn. W marcu 1911 zwiedzono w podobnym towarzystwie kilka innych szczytów Gorganów, a w miesiąc później dokonali obaj bracia pierwszego narciarskiego wyjścia na Mihailecul i Farcaul, wierzchołki Karpat Marmaroskich, położone już dość daleko od granicy, w ówczesnych Węgrzech. W styczniu 1910 byliśmy w szóstkę na Pietrosie Czarnohorskim. Poza tym jeździł kilka razy w Bieszczadach, najbliższym dla lwowian terenie. Nie było to, jak widzimy, dużo na takiego miłośnika gór; najlepszy to dowód, jak skąpił sobie Smoluchowski wypoczynku, poświęcając wszystek czas pracy naukowej.

W lecie odwiedzał najczęściej Tatry z bazą w Zakopanem, gdzie w domu góralskim mieszkała cała rodzina z najmłodszym jej członkiem — synkiem Romanem, tam właśnie urodzonym i najstarszym — panią Teofilą, matką Mariana i Tadeusza, biorącą zawsze żywy udział w życiu Mariana, tak naukowym jak i turystycznym. Czasami była i szwagierka Smoluchowskiego, panna Jadwiga Baraniecka. Odbyliśmy z nią w sierpniu 1910 wycieczkę na Niebieską Turnię, granicą przez uskoki; był to dla mnie rewanż, gdyż poprzedniej jesieni wchodząc tam z M. Swierzem, odpadłem w najgorszym miejscu, z powodu ukruszenia się chwytu. Życie nasze w Tatrach miało i wesole momenty. W końcu sierpnia 1911 większe grono członków Sekcji Turystycznej Tow. Tatr.⁹ zgromadziło się, schodząc różnymi drogami, w schronisku przy Popradzkim Stawie, wówczas bardzo miłym i doskonale prowadzonym. Zrobiła się stała pogoda, gdy przyszlśmy tam z żoną moją, wówczas jeszcze narzeczoną. Nazajutrz przeszliśmy granią od Wagi na Wysoką, schodząc potem na południe. Był to szmat drogi a po maliniakach Doliny Rumanowej szło się bez czekanów niewygodnie. Krótki dzień kończącego się lata zgasił, gdyśmy jeszcze byli wysoko w dolinie. Latarki nie wziąłem, nie chcąc obciążać się na wspinaczce, szliśmy więc powoli po ciemku aż do miejsca, już blisko nad Stawem Popradzkim, gdzie ścieżka do Doliny Złomisk,

⁹ Tak nazywała się organizacja elity taternickiej przekształcona później na Klub Wysokogórski PTT.

zawsze prymitywna i niezbyt uczęszczana, gubi się w głązach, które trzeba przechodzić, skacząc z jednego czubka na drugi. Mając nogi poobijane tym marszem w ciemnościach, postanowiliśmy odpocząć; tymczasem, świecąc zapalkami starałem się wypatrzyć kiepskie żółte znaczki, których kilka umieszczono w maliniaku; miało to wywołać całkiem niezamierzony skutek. Nie minął bowiem kwadrans, gdy w dole, nad stawem, pojawił się różaniec światełek, które w wyścigowym tempie zaczęły się podnosić. Na chwilę skryła je zarosła bula, ale wkrótce ukazały się na nowo, coraz bliżej. Nie było wątpliwości — to zaniepokojeni towarzysze klubowi zorganizowali po nas ekspedycję ratunkową. Nikle błyski zapalek wzięli za sygnały, dawane latarką gdzieś ze ściany. Wyłonił się spośród nich i Marian. Byłem okropnie skonfundowany tą utratą twarzy wobec dawnego mistrza i przysiągłem sobie nosić odtąd latarkę także i w dzień. Niedługo jednak miałem się pocieszyć (i dalej nie nosić latarki). Naza jutrz bowiem, podczas gdy my odpoczywaliśmy, nasi ratownicy, wybrawszy się nieco późno na Smoczy Szczyt, nie zdążyli zejść i biwakowali tuż nad piargami. Jeden S m o l u c h o w s k i miał ze sobą latarkę, ale przecież jedna jaskółka nie uczyni wiosny. Przygodę tę opisał pięknie i z humorem M. Świerz w pierwszym powojennym „Taterniku“ (1915—1921), w którym ukazał się też krótki nekrolog górski Mariana, przeze mnie napisany. Urywki z artykułu Świerza zacytowane są w książce Teskiego.

Najpiękniejsze chwile w górach miałem szczęście przeżyć ze S m o l u c h o w s k i m w lecie 1909 r., w Szwajcarii. Poprzedni rok akademicki spędziłem w Karlsruhe, w laboratorium F. Habera, gdzie udało mi się w krótkim czasie skonstruować i zbadać elektrodę szklaną, która po dziś dzień, w prawie niezmienionej formie używana jest w nauce i w przemyśle. Następne jednak tematy nie wychodziły. Zaabsorbowany pracą ani się spostrzegłem, kiedy nadeszło lato. Już poprzednio, gdy przyjechałem na Wielkanoc do Lwowa, zapytał mnie S m o l u c h o w s k i, czy nie wybrałbym się z nim w Alpy Berneńskie, gdzie się znajdzie z żoną i córeczką pod koniec lipca. Byłem naturalnie uszczęśliwiony propozycją, która otwierała przede mną możliwość poznania wielkich, śnieżnych, szczytów alpejskich i to z takim towarzyszem. Sama realizacja projektu nie przedstawiała dla mnie trudności, gdyż właśnie wtedy miałem wracać do domu, znad Renu. Dostawszy więc od Mariana wiadomość, już z Kanderstegu podnóża Alp Berneńskich, opuściłem w niedzielę rano Karlsruhe i we wtorek 27 lipca 1909 dotarłem wieczorem do Kandersteg, zwiedziwszy po drodze Bazyleję i Bern. Państwo Smoluchowscy mieszkali w małym pensjonacie „Alpina“, mieszczącym się w szalecie kolorowym jak domek z piernika, gdzie i dla mnie zarezerwowali pokoik. Nie była to jeszcze modna stacja turystyczna. Po przywitaniu Marian nadmieniał, że jeśli się nie czuję zmęczony, moglibyśmy nazajutrz wyjść na Balmhorn (3600 m), jednakże ze względu na znaczną różnicę wysokości (Kandersteg 1200 m) należałoby już wyjść o północy ... Naturalnie nie czułem się zmęczony, a mój profesor widocznie palił się, by jak najprędzej wejść w góry. Pogoda zapowiadała się niezła. Rozpakowałem więc strój i przybory górskie, zjadłem kolację, przygotowałem worek i około 10 położyliśmy się „spać“. Z powodu emocji miał ten sen u mnie charakter czysto symbo-

liczny. O północy wyruszyliśmy w czarną, bezwietrzną i zbyt ciepłą noc. Wąska droga pięła się przez las stromymi serpentynami. Szliśmy w milczeniu; S m o l u c h o w s k i mówił już zwykle mało a co dopiero idąc pod górę. Ja oszczędzałem się jak mogłem, dotrzymując tempa jego długim krokom. Las skończył się wreszcie i weszliśmy w sferę hal. Serpentynty wydłużyły się, ale wspinały się dalej stromo. Zaczęło świtać. Marian wyjął mapę i okazało się, że już niedaleko powinniśmy skrócić w boczną dolinkę. Droga prowadziła dalej przez Gemmipass do Doliny Rodanu. Było pogodnie, ale na szczytach poczynają się już czepiać obłoki. Wąska ścieżyna wznosiła się nieubłaganie piargami i morenami. U wejścia na lodowiec mały odpoczynek i śniadanie. Tymczasem chmury gęstniały i obniżały się. Wznosząc się po miękkim, pomimo wczesnej pory, śniegu widzieliśmy niewiele. Trochę skałek, potem znów śnieg i wciąż stromo do góry. Po jakichś dwu godzinach zanurzyliśmy się w chmurę. Przy zupełnej ciszy było duszno. Już przedtem włożyliśmy okulary śniegowe, które wciąż zachodziły mgłą; pot spływał nam spod czapek, a tu wciąż jeszcze trzeba było iść stromo w górę, w zapadającym się śniegu. Już naprawdę nie mogłem! Po co u diabła biegałem po Bazylei ogadać te Böckliny i czemu on ich tyle namalował? Mogli byli przecież sprzedać trochę Amerykanom! I jeszcze trzeba deptać stopnie pod górę, w coraz głębszym śniegu... Po co my w ogóle wybraliśmy się na tę wstrętą bałuchę. Byłem pewien, że Smoluchowski podziela te myśli i niewiele by trzeba, by go skłonić do powrotu. Ale tylko zacisnąłem zęby i deptałem dalej. Nawet złe rzeczy mają swój koniec. Nachylenie zaczęło wreszcie maleć i kopiec szczytowy wynurzył się przed nami. Oczywiście o słynnym widoku nie było mowy. Odsapnąwszy nieco, zaczęliśmy schodzić własnym śladem, co było już mniej męczące a więc szybsze i tylko o tyle mniej nudne. Dopiero na lodowcu zaczęliśmy rozmawiać. Marian otrzymał list od brata, który zawiadamiając o zamiarze przybycia w Alpy Berneńskie z początkiem sierpnia, proponował, byśmy razem odbyli klasyczne ich przejście wzdłuż, od przełęczy Grimsel do Kandersteg. Byłem oczywiście zachwycony perspektywą poznania jeszcze wyższych szczytów w tak zacnej i miłej kompanii... tym bardziej że na dziś wchodzenie pod górę było skończone. Zbiegaliśmy na dół szybko i tylko dlatego chyba nie zasnąłem po drodze. Uczyniłem to jednak między zupą a mięsem, gdy zeszedłszy o trzeciej do Alpiny, zasiedliśmy do czekającego obiadu. Młodzież (miałem wówczas lat dwadzieścia trzy) jest niewytrzymała na brak snu, więc S m o l u c h o w s k i poświęcił się rodzinie a ja Morfeuszowi. Zyskaliśmy w każdym razie morową zaprawę, którą trzeba było utrwalić; następny dzień, choć pogodny, był więc również dniem odpoczynku. Kandersteg leży pięknie w głębokiej, zalesionej, dolinie, do której zagłądają z góry, ponad prostopadłe krzesanice, lodowe głowy cukru, trochę jeszcze nie dorastające czterech tysięcy, ale niewiele.

Dopiero trzeciego dnia wyruszyliśmy w kierunku Oeschinensee, jeziorka wśród hal i lasów, w kotlinie otoczonej półkolem groźnych urwisk. Są to stopy opadających grzęd i żeber białej grupy Blümlisalp. Odnaczała się w niej powabem ostra piramida Gross Doldenhorn, wicekróla grupy, naszego celu na jutro. Dziś mieliśmy tylko dojść dobrą ścieżką do schroniska na nocleg. Pora była jeszcze wczesna, więc rozłożyliśmy się

nad stawem na dłuższy odpoczynek. Marian wyciągnął szkicownik i farby, ja studiowałem widok. A było co; Oeschinensee jest zakawalifikowaną trzema gwiazdkami osobliwością, opiewaną przez poetów i uwiecznianą przez malarzy. Jest śliczne przez kontrast jasnej zieleni traw i modrzewi, z ciemnymi skałami, odbijającymi się w spokojnym zwykle zwierciadle wraz z błękitem nieba. Jest przy tym ciche i mało zwiedzane, takie zostało przynajmniej w mojej pamięci. Gdy późnym popołudniem, pokonawszy niezliczone zakosy, którymi przewijała się ścieżka między skałami, dotarliśmy do małego schroniska, drzwi i okna zastaliśmy otwarte na oścież a wewnątrz dwie młode Szwajcarki, które właśnie wyszorowały meble i podłogę i rozwiesiwszy ścierki na słońcu, zabrały się do porządkowania naczynia. Okazało się, że są to córki notablów z pobliskiego miasteczka, członków zarządu oddziału Szwajcarskiego Klubu Alpejskiego, które w ten sposób bezinteresownie popierają cele towarzystwa. Schronisko, jakkolwiek mało uczęszczane, jest niestrzeżone, więc potrzebuje opieki. Smoluchowski objaśnił mnie, że taka forma ofiarności społecznej jest w Alpach często praktykowana. Znając jego krytyczne nastawienie do galicyjskiej mentalności, zapytałem się w duchu tylko, ile to żon i córek małych urzędników nie uważałoby sobie za ujmę wyszorować podłogę! Od tego były służące. Nasze Szwajcarki ukończyły wkrótce porządki i zbiegły w dół. Zostaliśmy w schronisku na gospodarstwie, jedna z najprzyjemniejszych sytuacji w górach. Słońce rzucało ostatnie, ale jeszcze ciepłe blaski, usiedliśmy więc na gładkich płytach około schroniska i rozmawialiśmy o różnych sprawach, o życiu uniwersyteckim, o muzyce i o istocie kwantów. Marian interesował się zawsze teorią promieniowania temperaturowego. Jego wykład habilitacyjny (w r. 1898) miał za temat *Rozkład energii we widmie promieniowania ciała doskonale czarnego*. Gdy chodziłem na wspomniane już wykłady w letnim półroczu 1904/5 na ten temat, mówił nam już o kwantach Plancka. Teraz w rozmowie z towarzyszem wycieczki nie taił swego krytycyzmu. Miał dwojakiemu rodzaju zarzuty; z jednej strony metodologiczne: nie można budować teorii na podstawie tradycyjnej mechaniki i termodynamiki, by w pewnym momencie usunąć tę podstawę, zostawiając wiszący w powietrzu rezultat dla dalszego rozumowania. Drugi dotyczył samego pojęcia kwantu: nie miałby nic przeciwko atomom energii o stałej wielkości, podobnie jak nabój elektronu, ale ona ma przecież zależeć od częstości promieniowania. Wszystko to wydawało mu się bardzo prowizoryczne. Jeszcze w pracy, wydanej w 1914, określił podstawy teorii kwantów jako „chwiejne pod względem logicznym“. Tego rodzaju wątpliwości podzielało wielu współczesnych fizyków. Dopiero B o h r uspokoił skrupuły, dowodząc że mechanika klasyczna nie jest przeciwstawieniem mechaniki kwantowej, lecz jej przypadkiem granicznym. Teoria kwantów przebyła zresztą dużo stadiów od czasów Plancka, a my staliśmy się bardziej liberalni.

Nazajutrz dzień był znowu pogodny. Prawie bez obciążenia wyszliśmy w rzeźwym powietrzu, przeważnie lodowcem a przy końcu wąską, lodową, granią na Gr. Doldenhorn. Przy schodzeniu S m o l u c h o w s k i uczył mnie, jak w takich miejscach trzymać czekan dla asekuracji. Wycieczka ta została w mojej pamięci jako jedna z tych, które gotowym byłoby się zawsze powtórzyć. Trzeciego dnia zwiedziliśmy jeszcze najwyższy w tej

grupie Blümlisalphorn o nieciekawej łupkowej skale i dość kopulastym, śnieżnym wierzchołku. W Kandersteg czekały na nas wiadomości od Tadeusza, którego interesy firmy zmusiły do opóźnienia przyjazdu o kilka dni. Za to miał przywieźć jako czwartego uczestnika sędziego K., którego znałem z wycieczek narciarskich, ale o którym wiedziałem też, iż jest w alpinizmie zupełnym nowicjuszem. To oczywiście przekreślało nadzieje na jakiegokolwiek trudniejsze zamierzenia, co mi było bardzo nie w smak, a jak przypuszczam, także i Marianowi... Wtedy zrozumiałem jedną z różnic w charakterze obu braci, tak zresztą bliskich sobie. Wedle klasyfikacji Lutosławskiego, Marian był filaretą, Tadeusz społecznikiem. Pozostawało nam jeszcze kilka dni czasu, odbyliśmy więc jeszcze krótką wycieczkę na Tschingellochtighorn. Śmieszny to szczycik, niższy znacznie od swych sąsiadów i czysto skalisty; stanowi jeden z nielicznych w tych górach terenów wspinaczkowych. Przy tym jego skała jest osobliwego rodzaju, składając się z cienkich, poziomych warstw, na przemian kremowoszarych i rdzawych, o różnej też twardości. Stąd robi wrażenie, jakby jego ściany i granie powycinane były z popularnego w Austrii tortu Pischingera. Dzięki obfitości chwytów i stopni, była wspinaczka, mimo stromych ścian i powietrznych grani, tylko średnio trudna a natomiast bardzo zabawna; miejscami tylko skała dość krucha. Podziwiałem jak lekko S m o l u c h o w s k i poruszał się, mimo swego wzrostu i wagi a przy tym braku zaprawy; bądź co bądź nie wspinał się wiele od czasów wiedeńskich. Ale miał dużo siły w ramionach i wyrobienie gimnastyczne. Kiedyś spotkało się nas kilku w Dworcu Tatrzańskim w Zakopanem i wobec beznadziejnej pogody rozmowa zeszła na wciąganie się na jednej ręce. Okazało się, że na ramie drzwi on jeden dokonał tej sztuki. Słyszałem potem twierdzenie, iż jego brak odporności na dyzenterię, która go zabrała, przepisać trzeba osłabieniu serca przez nadmierny wysiłek i trudy wypraw górskich. Nie wydaje mi się to słuszne. Ani w Alpach, ani w zimie w Karpatach nie widziałem i nie słyszałem, by się przemęczał, zaś racjonalnie uprawiana turystyka górską serce właśnie wyrabia. Przy tym S m o l u c h o w s k i mało w ostatnich latach chodził i raczej to mogło mu być szkodliwie. Sądzę jednak, że katastrofę wywołała wyjątkowo silna infekcja; tak ją zakwalifikował od samego początku choroby ordynujący lekarz.

Schodząc do Kandersteg wygodną ścieżką a potem drogą w dolinie, mieliśmy znowu czas na rozmowę. S m o l u c h o w s k i był zdziwiony i rozczarowany, że prace, które uważał za swój duży sukces, ze względu na przewyżczenie trudności matematycznych i pojęciowych — miał na myśli szereg rozpraw hydro-i aeromechanicznych — z małym spotkały się oddźwiękiem. I dziś jeszcze uczeni zastanawiają się od jakich czynników zależy, czy jakaś praca wzbudzi zainteresowanie. Wartość jest jej bowiem czynnikiem koniecznym, ale bynajmniej niewystarczającym. Dużą rolę odgrywa koniunktura, w najszerszym tego słowa znaczeniu. Mechanika płynów była S m o l u c h o w s k i e m u od początku bliska, gdyż pracowali na tym polu jego nauczyciele: Stefan i Kelvin. Sam ogłosił z tej dziedziny, osiem prac, do których trzeba by dodać trzy prace doktorskie uczniów: Thulliego, Stocka i Rybczyńskiego, a wiele jego prac z teorii kinetycznej ma też hydromechaniczne powiąza-

nia. W 1909 r. sytuacja w hydromechanice przedstawiała się tak, że jakkolwiek znane były od dawna zupełnie ściśle równania wyjściowe dla płynów idealnych, to rozwiązania ogólne w przypadku cieczy rzeczywistych, gdzie trzeba było uwzględnić wpływ lepkości, natrafiały na wielkie trudności. Tym bardziej miało to miejsce w przypadku gazów, gdy dołączała się ściśliwość i związane ze zmianą objętości zjawiska termiczne. Smoluchowski umiał, w sposób bardzo zręczny w poszczególnych wypadkach, z których niektóre dotyczyły zagadnień o znaczeniu praktycznym¹⁰, omijać te trudności i osiągać rezultaty dostatecznie przybliżone. Osobną pozycję stanowiło stosowanie przezeń zasady dynamicznego podobieństwa, co pozwalało z uzyskanego dla pewnego przypadku rozwiązania przechodzić do rozwiązania w innych przypadkach, tylko przez odpowiednią zmianę współczynników. Metoda będąca właściwie pewną odmianą analizy wymiarowej została zastosowana do cieczy idealnych przez Holmholta; Smoluchowski wykazał, że można ją, z lepszym jeszcze rezultatem stosować do płynów lepkich i ściśliwych, a zatem i w przypadku gazów. W tych czasach miała hydromechanika stosunkowo niewiele technicznych zastosowań, niewielu adeptów i niewiele z tej dziedziny ukazywało się prac. Jednak zaraz potem zaszły zmiany, spowodowane rozwojem turbin wodnych i parowych a zwłaszcza potrzebami lotnictwa. Badania doświadczalne, umożliwiające skonstruowaniem tuneli aerodynamicznych, poszły w kierunku ruchów burzliwych i w kierunku prędkości, przekraczających prędkości głosu. W tej ewolucji nie odegrały prace Smoluchowskie go większej roli. Jedyne wzmianki o nich znalazłem w obszernych podręcznikach F. Auerbacha. Nie jestem specjalistą w tej dziedzinie, ale wydaje mi się, że młodzi hydrodynamicy znaleźliby w odnośnych rozprawach Smoluchowskie go¹¹ niejeden pomysł godzien rozwinięcia teoretycznego lub sprawdzenia doświadczalnego.

Nasza wyprawa w środkową grupę Alp Berneńskich rozpoczęła się w kilka dni później jazdą kolejową do Meiringen, gdzie spotkaliśmy Tadeusza Smoluchowskie go i sędziego K. Stamtąd już we czwórkę wyjechaliśmy dylizansem, wówczas jeszcze konnym, ale mimo to dość żwawym, na Przełęcz Grimsel. Tu wzięliśmy na plecy bardzo ciężkie worry, zawierające liny, raki i żywność na kilka dni i rozpoczęliśmy marsze w kierunku lodowca Oberaar i kończącej go przełęczy tejże nazwy. Po przekroczeniu jej zeszliśmy w płaską nieckę Studerfirn. Chmury, które gęstniały już od pewnego czasu, uraczyły nas nagłą burzą, z bliskimi piorunami. W braku innego schronienia odrzuciliśmy czekany jak najdalej i położyliśmy się na płask w śniegu, przykryci gumowymi pelerynami, po których siekł deszcz i grad. Jednak całe przedstawienie skończyło się po jakichś dwudziestu minutach, wobec czego podnieśliśmy się i rozpoczęliśmy podejście na Rothornlücke. Tam otworzył się nam widok na zachód, bowiem chmury zeszły już ze szczytów, tworząc wysoki wał, nad którym wyzierało nieprawdopodobne, granatowoczarne niebo. Teraz posuwaliśmy się szybko po płaskim lodowcu, by dojść późnym popołudniem do ma-

¹⁰ Np. tak dziś aktualne zagadnienie rozgrzewania się ciał poruszających się szybko w atmosferze.

¹¹ Patrz odnośnik na s. 95.

łego schroniska, położonego na skałach, u stóp Finsteraarhornu (4274 m), najwyższego wierzchołka Alp Berneńskich. Z początku byliśmy sami, jednak wkrótce nadeszło dwu przewodników, prowadząc turystę w średnim wieku, jak się okazało Rosjanina. Był on bardzo szczodry, gdyż polecił przewodnikom nie żałować drzewa (wiąteczka po franku, wtedy jeszcze złotym). W rezultacie gdyśmy się kładli spać około 9, zmierzyłem temperaturę: 26 stopni! Przeciwno otwarciu okna przewodnicy zaprotestowali, twierdząc, że w nocy robi się bardzo zimno. Tymczasem noc była ciepła i bezwietrzna a schronisko szczelne, więc nie mogliśmy spać z gorąca. Rosjanin i jego przewodnicy, owinąwszy się kocami po czubek głowy, chrapali w najlepsze. Gdy o drugiej zadzwonił mój kieszonkowy budzik, było jeszcze gorąco i duszno, ale zaczęło się znowu palenie, tym razem na śniadanie. Miałem potworny ból głowy. Dopiero gdy wyszliśmy na powietrze, zrobiło nam się nieco raźniej. Szybko podchodziliśmy do góry, naprzód po lodowcu, potem wystającymi skałkami grzędy. O świcie byliśmy już wysoko, w miejscu, gdzie się karawany zatrzymują dla zjedzenia śniadania. W żargonie przewodników zowie się to „dejeunierplatz“. Poszliśmy wkrótce dalej, by o 7 stanąć na Hugisattel, niewyraźnym wgłębieniu północno-zachodniej grani Finsteraarhornu, gdzie łączy się kilka dróg. Stąd zwróciliśmy się w prawo, śnieżno-skalistą, dość wąską i przepaścistą, ale niezbyt trudną granią, w stronę szczytu, gdzie stanęliśmy około 9. Było to dość wcześnie, ale chmury uprzedziły nas. Tylko od czasu do czasu otwierały się dziury, z których wyzierały niższe od nas szczyty. Alpy Berneńskie są górami typu rozległego, o widokach dalekich, robiących tylko wrażenie przy bardzo czystym powietrzu. Do schodzenia obraliśmy nieco inną drogę, wiodącą przeważnie stromymi półkami śnieżnymi. Niestety śnieg częściowo świeży, był rozmiękły, tak że zapadał się mi powyżej kolan. Było to męczące nawet przy schodzeniu, a powstające przy tym wstrząsy maltretowały moją bolącą głowę. Trzeba było iść szybko, bo śnieg stawał się coraz gorszy, zbiegaliśmy więc w długich podskokach. Było przy tym duszno i dręczyło nas potworne pragnienie, tak że z trudem tylko wstrzymywaliśmy się od jedzenia śniegu. Gdy po 2-giej zeszliśmy do schroniska, byliśmy wszyscy mocno zmęczeni, najbardziej oczywiście świeżo w góry przybyła dwójka, która odczuwała brak aklimatyzacji. Powinniśmy byli dojść jeszcze tego dnia do Concordii, olbrzymiego basenu śnieżnego, gdzie największy w Europie lodowiec Aletschgletscher rozdziela się na kilka, różne nazwy noszących gałęzi. Wyszliśmy dopiero o czwartej, po herbacie. Na szczęście droga przed nami nie była tak daleka, jakieś 3 kilometry po lodowcu, o dziwo dość twardym; lekkie podejście pod Grünhornlücke dało nam się jednak trochę we znaki. Chmury się rozeszły, a widoki otwierały się przed nami coraz piękniejsze. Około 7 doszliśmy do Concordii. Schronisko i prywatny hotelik stoją powyżej, na platformie skalnej, i trzeba było się wspiąć kilkadziesiąt metrów w górę, po gładkich płytach, ułatwionych miejscami z pomocą klamer. Zważywszy na zmęczenie i obawę powtórnej nocy, nieprzespanej z gorąca, lokujemy się w dwu pokojach w hotelu, którego ceny okazują się proporcjonalne nie tyle do rozmiarów budynku, ile do jego wzniesienia nad poziom morza i wielkości otoczenia. Zasłużyliśmy jednak na ten luksus, jako też na dzień odpoczynku, który sobie wyznaczamy na jutro. Po kolacji

Tadeusz, jako senior grona, zaproponował bruderszaft, co zostało oczywiście przyjęte z aplauzem i uskutecznione wypiciem czerwonego wina, w ilości, na jaką pozwalały zasady taternictwa (alpiniści są pod tym względem bardziej liberalni) i ceny hoteliku. Następny dzień rozpoczął serię cudownych, prawie bezchmurnych dni. My jednak wstaliśmy dość późno i po śniadaniu przenieśliśmy się dla oszczędności do schroniska. Potem, rozłożeni na wyszlifowanych przez lodowiec skałach, cedziliśmy przez przymrużone powieki jeden z najpiękniejszych widoków w Alpach. Marian i Tadeusz malowali na wyścigi. Wczesnym popołudniem położyliśmy się spać, a niedługo po północy wyruszyliśmy przy świetle latarek twardym jak porcelana lodowcem w stronę Jungfrau. Przez Rottal wyszliśmy potem w rakach, po zmarzniętych śladach naszych poprzedników, stromymi stokami, nieco po 7-mej, na szczyt Jungfrau. Mieliśmy stamtąd widok najpiękniejszy w tym sezonie. Siedzieliśmy na szczycie, przy ciepłej, bezwietrznej, pogodzie prawie dwie godziny. Gdy wracaliśmy nasz lodowiec odtajał już zupełnie i w miejscach poziomych napelniony był głęboką lodowatą bryją, w której kąpały się moje nogi mimo lodenowych, długich spodni i takichże owijaczy, które, za poradą Mariana, nabyłem w Kandersteg. Nazajutrz ruszyliśmy dalej na zachód, przez Lötschenlücke, schodząc na Faffleralp, gdzie zanocowaliśmy w bardzo miłej gospodzie na polance, otoczonej kępami modrzewi. Ostatniego dnia przeszliśmy, wstępując na Lauterbrunner Breithorn (3782 m), do doliny potoku Kander, wypływającego tam z lodowca i nią do Kandersteg. Pogoda była nam łaskawa do końca.

ZAGADNIENIE PARZYSTOŚCI WE WSPÓŁCZESNEJ FIZYCE

Lata 1956-7 przyniosły poważny postęp w fizyce cząstek elementarnych. Wśród innych osiągnięć na plan pierwszy wysuwają się wyniki badań dotyczących zasady zachowania parzystości. Mają one podstawowe znaczenie dla całej fizyki, nic też dziwnego, że ich inicjatorzy, fizycy chińscy L. D. Lee i C. N. Yang, przebywający w Stanach Zjednoczonych, zostali w ubiegłym roku odznaczeni nagrodą Nobla. W artykule tym chcieliśmy zapoznać Czytelników nieco bliżej z wymienionym wyżej, niezwykle ważnym problemem. Dobrze jego zrozumienie wymaga jednak pewnego przygotowania; dlatego też zdecydowaliśmy się na uczynienie kilku uwag wstępnych.

Zagadnienie parzystości i jej ewentualnego „zachowania” jest ściśle związane z występowaniem pewnej symetrii praw przyrody. Przypomnijmy sobie, że pojęcie parzystości pojawia się już w szkole średniej. Jest ono tam pojęciem czysto matematycznym i oznacza pewną cechę funkcji. Mówimy mianowicie, że pewna funkcja $f(x)$ jest nieparzysta, jeśli $f(x) = -f(-x)$, oraz, że funkcja $g(x)$ jest parzysta, jeśli $g(x) = g(-x)$. Obie funkcje mają określoną parzystość — dodatnią [$f(x)$] lub ujemną [$g(x)$]. Przykładem funkcji tego rodzaju może być $f(x) = \cos x$ czy też $g(x) = \sin x$. Obok nich występują jednak funkcje o nieokreślonej parzystości; przykładem takiej funkcji może być $h(x) = x + 1$. Definicje powyższe można przenieść na funkcję trzech zmiennych przestrzennych, lub inaczej mówiąc, na funkcję wektora położenia $\vec{r}$. Przekonamy się za chwilę, że powyższe pojęcie parzystości jest ściśle związane z fizycznym jej pojęciem.

Wróćmy teraz do układów fizycznych. Do ich teoretycznego opisu używa się w fizyce pewnych tworów matematycznych, które obrazują własności takich układów. Tworzy te możemy wybrać tak, by były one funkcjami współrzędnych przestrzennych (powiedzmy x, y, z) i jednej współrzędnej czasowej (t). Odpowiada to faktowi, że scenariusz zjawisk fizycznych jest trójwymiarowa przestrzeń i „jednowymiarowy” czas, czyli że zjawiska te dzieją się „gdzieś” i „kiedyś”. Jak wiadomo, aby móc podać liczbowo „gdzie” mianowicie i „kiedy” dzieje się dane zjawisko, należy wybrać konkretny układ odniesienia, względem którego określamy położenie zjawiska, a także ustalić chwilę początkową, od której mierzymy czas. Wszystkie wielkości fizyczne mierzymy w pewnym układzie odniesienia. Wyniki pomiarów są pewnymi liczbami, które na ogół są różne w różnych układach odniesienia. Natomiast prawa przyrody, to znaczy pewne związki między wielkościami fizycznymi nie powinny zależeć w ogóle od

wyboru układu odniesienia. Zasada ta w pełni zrealizowana została dopiero w ogólnej teorii względności. Natomiast szczególna teoria względności i wszystkie teorie z nią związane, a wśród nich również relatywistyczna mechanika kwantowa, o której dalej będziemy mówić, wymagają tylko tego, by prawa przyrody nie zależały, czyli były niezmiennicze względem niektórych transformacji układu odniesienia. Do transformacji tych należą przesunięcia początku układu odniesienia, obroty układu odniesienia, odbicia i tzw. przekształcenie Lorentza.

Przykładem odbicia może być transformacja, przy której oś z zmienia swój zwrot bez zmiany kierunku, a pozostałe osie nie zmieniają się wcale. Charakterystyczną cechą wszystkich odbić w odróżnieniu od poprzednio wymienionych transformacji jest to, że zmieniają one prawoskrętny układ odniesienia na układ lewoskrętny, i na odwrót. Wynika z tego, że dokonanie parzystej ilości odbić nie jest już odbiciem; okazuje się mianowicie, że jest ono równoważne pewnemu obrotowi. Można to łatwo zilustrować przykładem. Dokonując kolejno dwu odbić polegających na zmianie zwrotu osi x i y otrzymamy w wyniku taki sam układ odniesienia, jaki otrzymalibyśmy po dokonaniu obrotu pierwotnego układu o kąt 180° dookoła osi z .

Niezmienniczość praw fizyki i pewnych jej matematycznych wyrażeń, takich jak hamiltonian czy lagranżjan, związanych najściślej z tymi prawami, względem wymienionych wyżej transformacji ma dwie interpretacje — geometryczną i fizyczną. I tak np. niezmienniczość praw fizyki względem przesunięć układu odniesienia, w jakim te prawa weryfikuje się doświadczalnie, znaczy, że początek tego układu może się znaleźć w jakimkolwiek punkcie przestrzeni, a to z kolei znaczy, że wszystkie te punkty są sobie równoważne, są jakby w pewien sposób „jednakowe“. Tę cechę przestrzeni nazywamy jej jednorodnością. Podobnie niezmienniczość praw przyrody względem obrotów znaczy, że osie układu odniesienia mogą być skierowane w dowolnym kierunku; wszystkie kierunki w przestrzeni są więc sobie w tym sensie równoważne. Mówimy w związku z tym, że przestrzeń jest izotropowa. Niezmienniczość spraw fizycznych względem przesunięcia chwili początkowej (początku „osi“ czasowej) znaczy, że i czas jest jednorodny. Wszystkie chwile są więc jakby „jednakowe“.

Niezmienniczość praw fizyki względem powyższych transformacji ma również niezmiennie ważną interpretację fizyczną. Okazuje się, że każda taka niezmienniczość odpowiada pewnej zasadzie zachowania określonej wielkości fizycznej. I tak np. niezmienniczości względem przesunięć w przestrzeni odpowiada prawo zachowania pędu, względem przesunięć w czasie — prawo zachowania energii, a względem obrotów — prawo zachowania momentu pędu. Inaczej mówiąc można by to sformułować w następujący sposób. Jeśli teoria opisująca określony proces fizyczny jest niezmiennicza względem pewnej transformacji układu odniesienia, to podczas tego procesu spełnione jest odpowiednie prawo zachowania, to jest pewna wielkość fizyczna nie ulega zmianie.

Powstaje pytanie, czy istnieje taka wielkość fizyczna, dla której prawo zachowania związane jest z niezmienniczością teorii fizycznej względem odbić. Odpowiedź na to pytanie jest pozytywna — wielkość taka istnieje;

nazywamy ją parzystością (przestrzenną bądź czasową). To jest istotnie nowe w całej sprawie — parzystość, mniej więcej taka, jak ją znamy z elementarnej matematyki, zostaje wprowadzona do fizyki przez uznanie pewnej cechy funkcji opisujących układy fizyczne za fizyczną własność tych układów.

Przejdziemy teraz do omówienia związku powyższych idei z teorią cząstek elementarnych, lub ogólniej, z teorią mikroukładów fizycznych, jaką jest mechanika kwantowa, czy też, na wyższym poziomie, kwantowa teoria pola. Przedtem jednak musimy jeszcze na chwilę zatrzymać się przy omówieniu pewnego podstawowego pojęcia, jakim jest spin mikrocząstek. Jak wiadomo, mechanika kwantowa przypisuje każdej cząstce elementarnej pewien wewnętrzny mechaniczny moment pędu zwany spinem. Spin ten nie może być równy dowolnej liczbie, ale przybiera wartości równe całkowitym i połówkowym wielokrotnościom stałej Plancka h . W rzeczywistości nie stwierdzono dotychczas występowania w przyrodzie cząstek o spinie większym niż h . Znamy więc cząstki o spinie 0 , $\frac{1}{2}h$ i h . Używając jednostek, w których $h = 1$, mówimy często o cząstkach o spinie całkowitym ($s = 0, 1$) i o spinie połówkowym ($s = \frac{1}{2}$). Pierwsze z nich nazywamy cząstkami Bosego (lub bozonami), a drugie cząstkami Fermiego (lub fermionami). Spin ten może przyjmować różne ustawienia w stosunku do kierunku ruchu cząstki. Ustawienia te jednak nie są dowolne; prawa kwantowe nakładają na nie daleko idące ograniczenia. Można to wyśłowić w ten sposób, że rzut spinu na wyróżniony kierunek może przejmować wyłącznie wartości całkowite (oczywiście nie większe od wartości całego spinu) dla bozonów, a wartości połówkowe dla fermionów. I tak np. cząstki o spinie zero mają oczywiście zawsze rzut spinu równy zero, cząstki o spinie 1 mają rzuty spinu równe $-1, 0, +1$, zaś cząstki o spinie $\frac{1}{2}$ mają rzuty spinu równe $+\frac{1}{2}$ i $-\frac{1}{2}$.

Jak wiadomo, w mechanice kwantowej podstawową rolę odgrywa pojęcie funkcji falowej, opisującej stan badanego układu fizycznego. Weźmy pod uwagę taki układ złożony z jednej tylko cząstki swobodnej. Funkcja falowa takiego układu ma zawsze tyle niezależnych składowych, ile dla danej cząstki istnieje możliwych ustawień spinu. I tak zatem funkcja falowa cząstki o spinie zero ma jedną składową; nazywamy ją skalarem. Funkcja falowa cząstki o spinie 1 jest wektorem i ma cztery składowe (odpowiada to czterem wymiarom — trzem przestrzennym i jednemu czasowemu, z których trzy są od siebie niezależne. Wreszcie funkcja falowa cząstki o spinie $\frac{1}{2}$ ma dwie składowe; nazywamy je spinorem. Tu dodatkowa uwaga: ponieważ każdemu fermionowi odpowiada pewien antyfermion (np. elektronowi — pozytron), to opis uwzględniający ten fakt musi posługiwać się funkcją falową o dwukrotnie większej ilości składowych. Będzie ona teraz ich miała cztery (dla cząstki o spinie $\frac{1}{2}$), a nazywać ją będziemy bispinorem.

Ogólnie biorąc funkcja falowa mikrocząstki nie będzie niezmiennicza względem układu odniesienia. Związane to jest z dwoma faktami. Po pierwsze na ogół zależy ona od współrzędnych, które ulegają zmianie przy transformacji układu odniesienia; wobec tego i sama funkcja ulegnie zmianie. Po drugie, i na to szczególnie zwracamy uwagę, może się ona przekształcać jako pewien twór geometryczny o określonych własnościach

transformacyjnych. Można sobie łatwo uzmysłowić o co tu idzie, jeśli się rozważy prosty przykład. Przypuśćmy, że każdemu punktowi przestrzeni przyporządkowujemy ten sam wektor $\vec{a}$. Powiedzmy, że jest on równoległy do osi z i zgodnie z nią skierowany. Z tego, co mówiliśmy wyżej, wynika, że jest on w całej przestrzeni funkcją stałą. Dokonajmy teraz np. odbicia względem płaszczyzny xy . Wówczas wektor nasz nie będzie już skierowany zgodnie z osią z , która przy odbiciu zmieniła swój zwrot. Zwrot ten jest teraz przeciwny zwrotowi wektora $\vec{a}$. Zmieni się on więc przy takiej transformacji układu odniesienia ze względu na swoje własności geometryczne, a nie ze względu na swoją zależność od argumentu, która w danym przypadku w ogóle nie występuje. Ogólnie rzecz biorąc oba rodzaje transformacji nakładają się na siebie, gdyż przy zmianie układu odniesienia funkcja może się zmienić zarówno jako pewien twór geometryczny, jak i ze względu na swoją zależność od argumentu, który się również transformuje.

W dalszym ciągu naszego artykułu będzie nas interesować zachowanie się funkcji falowych cząstek i układów cząstek przy odbiciach. Przy opisie tego zachowania posługiwać się będziemy pewną operacją, która polega na zmianie kierunku wszystkich trzech osi przestrzennych bez zmiany kierunku osi czasowej.

$$(x, y, z, t) \rightarrow (-x, -y, -z, t) \quad (1)$$

Operację tę nazwiemy inwersją (P). Zwracamy uwagę, na to, że operacja ta nie da się sprowadzić do obrotu, ponieważ „składa się” ona z nieparzystej ilości (trzech) odbić. Inwersja w działaniu na funkcję falową, jak już mówiliśmy powyżej, zmienia ją zarówno ze względu na jej własności geometryczne, jak i ze względu na jej zależność od argumentu. Na razie będzie nas interesować tylko ta pierwsza „część” jej działania. W tym aspekcie będziemy mówili o inwersji wewnętrznej.

Operator inwersji wewnętrznej w działaniu na funkcję falową prowadzi w różnych przypadkach do różnych wyników. Nie wdając się w szczegółowe rozważania podamy tu tylko pewne ogólne wnioski. Przede wszystkim istnieje zasadnicza różnica między transformowaniem się przy inwersji funkcji falowych bozonów i fermionów. Różnica ta polega na tym, że bozony mogą mieć określoną parzystość, podczas gdy cząstki Fermiego w ogóle nie mają określonej parzystości (ujemnej bądź dodatniej). I tak np. cząstka o spinie zero opisywana jest przez funkcję, która przy obrotach zachowuje się jak skalar (ma jedną składową). Przy inwersji wewnętrznej funkcja ta może: (a) nie zmieniać się w ogóle (b) zmieniać znak i (c) zmieniać się w bardziej skomplikowany sposób, tak że część jej zmienia znak, a część go nie zmienia. W przypadku (a) i (b) cząstka wykazuje, jak mówimy, określoną parzystość wewnętrzną, i to (a) dodatnią lub (b) ujemną. W przypadku (a) mówimy, że cząstka jest skalarna, zaś w przypadku (b) — pseudoskalarna. Natomiast w przypadku (c) cząstka nie ma wcale określonej parzystości. Podobna sytuacja zachodzi dla cząstek o spinie 1, a tylko nazewnictwo jest inne. Tu w przypadku (a) mówimy, że cząstka jest pseudowektorowa, zaś w przypadku (b), że — wektorowa. Zaznaczamy, że nazwy te wiążą się z transformowaniem się jedy-

nie trzech pierwszych składowych wektora. Co do czwartej składowej, to transformuje się ona zawsze ze znakiem przeciwnym do trzech pierwszych składowych.

Jak już mówiliśmy, zupełnie odmienna sytuacja ma miejsce w przypadku fermionów. Nie możemy wówczas powiedzieć w ogóle, czy dana cząstka ma wewnętrzną parzystość dodatnią, czy też ujemną, możemy natomiast porównywać parzystość względną dwu różnych cząstek i powiedzieć, czy parzystości te są zgodne, czy też przeciwne. Innymi słowy, możemy tu określić jedynie parzystość względną dwu cząstek.

Zagadnienie wyznaczenia parzystości konkretnej cząstki (lub, ewentualnie, parzystości względnej dwu fermionów) jest na ogół trudnym problemem eksperymentalnym. Przy jego rozwiązywaniu korzysta się z wielu faktów i pewnej ilości założeń, takich jak np. to, które mówi, że parzystość cząstek, należących do tej samej „rodziny” cząstek elementarnych i różniących się od siebie jedynie, praktycznie biorąc, ładunkiem, są takie same. (Przykładem takiej rodziny mogą być mezony π^+ , π^0 , π^- . Wszystkie te mezony mają parzystość ujemną przy spinie równym zeru. Są to więc cząstki pseudoskalarne). W końcu cały taki problem sprowadza się do analizy jednej lub kilku reakcji między ustalonymi cząstkami elementarnymi. Sprawę niekiedy upraszcza fakt, że już skodinańd znane są parzystości niektórych cząstek występujących w danej reakcji. Do tematu tego jeszcze powrócimy w naszym artykule.

Oprócz inwersji można rozważać inne jeszcze rodzaje transformacji, wśród nich zaś odbicie czasowe (T). Polega ono, jak łatwo się można domyśleć z nazwy, na zmianie kierunku osi czasowej bez naruszenia osi przestrzennych:

$$(x, y, z, t) \rightarrow (x, y, z, -t) \quad (2)$$

I tu można mówić o wewnętrznej parzystości (czasowej), wiążącej się z zachowaniem danej funkcji falowej przy takim odbiciu. Dodajmy, że parzystość czasowa nie zależy zupełnie od parzystości przestrzennej, tak że kiedy jedna z nich jest ujemna, to druga może być dodatnia i na odwrót. Tak więc mamy cztery możliwości transformowania się funkcji falowych, a także w ogóle wielkości fizycznych przy inwersji i odbiciu czasowym. Omówimy je tu pokrótce.

(a) Wielkości regularne. Mają one dodatnią parzystość przestrzenną i czasową, jeśli przy obrotach transformują się jak skalary; jeśli zaś wówczas transformują się jak wektory, to przy odbiciach zachowują się jak czterowektor położenia. Można to zilustrować następującą tabelką:

Wielkość	P	T
Skalar	+	+
Wektor (składowe przestrzenne) .	—	+
„ (składowa czasowa) . . .	+	—

(b) Pseudowielkości czasoprzestrzenne. Zaliczamy tu pseudoskalary przestrzenne, które jednocześnie są pseudoskalarami czasowymi, a tak-

że takie wektory, które przy inwersji i odbiciu czasowym przekształcają się przeciwnie do czterowektora położenia.

Wielkość	P	T
Skalar	—	—
Wektor (składowe przestrzenne)	+	—
„ (składowa czasowa)	—	+

(c) Pseudowielkości czasowe. Należą tu te skalary przestrzenne, które jednocześnie są pseudoskalarami czasowymi, a także takie wektory, które przy inwersji transformują się tak samo jak czterowektor położenia, ale przy odbiciu czasowym — przeciwnie:

Wielkość	P	T
Skalar	+	—
Wektor (składowe przestrzenne)	—	—
„ (składowa czasowa)	+	+

(d) Pseudowielkości przestrzenne. Zaliczamy tu pseudoskalary przestrzenne, które są jednocześnie skalarami czasowymi, oraz takie wektory, które przy odbiciu czasowym transformują się jak czterowektor położenia, lecz przy inwersji — przeciwnie:

Wielkość	P	T
Skalar	—	+
Wektor (składowe przestrzenne)	+	+
„ (składowa czasowa)	—	—

Interesujące może być pytanie, które wielkości fizyczne należą do poszczególnych typów. Aby na to pytanie odpowiedzieć, założymy przede wszystkim, że wszystkie atrybuty cząstek elementarnych, takie jak masa (m) ładunek elektryczny (e) itd. są skalarami pierwszego typu oraz że różniczka czasu własnego ds :

$$ds = c \sqrt{\left(\frac{ds}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2 - c^2 dt^2} \quad (3)$$

jest skalarzem trzeciego typu (pseudoskalarzem czasowym). Zwracamy uwagę na to, że zgodnie z teorią względności różniczka czasu (dt) nie jest w ogóle skalarzem, ponieważ nie jest niezmiennikiem ze względu na transformację Lorentza. Jeśli się więc chce uzyskać dobrze w sensie relatywistycznym określone wielkości, to wszędzie tam, gdzie w fizyce klasycznej występuje dt , należy je zastąpić przez ds . I tak np. relatywistyczny czterowektor prędkości definiujemy jako

$$v = \left[\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}, \frac{dt}{ds} \right] \quad (4)$$

Ponieważ wektor $[dx, dy, dz, dt]$ jest wektorem pierwszego typu, to wektor v będzie wektorem trzeciego typu, gdyż oba te wektory różnią się czynnikiem ds , który jak już mówiliśmy, jest wielkością trzeciego typu. Z powyższego wynika, że i czterowektor pędu $p = mv$ będzie wektorem trzeciego typu, gdyż m jest skalarą pierwszego typu. Z podobnych względów czterowektor gęstości prądu elektrycznego $j = ev$ będzie wektorem trzeciego typu. Ma to szczególne znaczenie, gdyż, jak widać z tabelki, jedynie w przypadku czterowektorów trzeciego typu czwarta (czasowa) składowa nie ulega zmianie przy odbiciach. A czwarte składowe wektora pędu i gęstości prądu to energia i gęstość ładunku elektrycznego, których dodatnie określenie jest niezbędne. Wszystkie te uwagi, choć oparte na ideach klasycznych, mają oczywiście zastosowanie w fizyce kwantowej, a więc i w fizyce cząstek elementarnych.

Wreszcie, obok inwersji i odbicia czasowego, w polu widzenia fizyków pracujących przy badaniach nad cząstkami elementarnymi znajduje się obecnie tzw. sprzężenie ładunkowe (C), zwane też inaczej sprzężeniem cząstka-antycząstka. Z obu nazw, z których zresztą żadna z osobna nie oddaje całego sensu tej transformacji, można się zorientować, że jest to operacja, która (a) zmienia funkcję falową cząstki naładowanej dodatnio na funkcję falową cząstki z tej samej rodziny, lecz naładowanej ujemnie (i na odwrót) i (b) zmienia funkcję falową cząstki na funkcję falową odpowiadającej tej cząstce antycząstki. W przypadku naładowanych fermionów obie nazwy transformacji mówią to samo, gdyż antycząstka ma zawsze ładunek przeciwnego znaku niż odpowiadająca jej cząstka. Obie nazwy mówią natomiast co innego w przypadku obojętnych elektrycznie fermionów (których antycząstki też są nie naładowane) i w przypadku naładowanych bozonów (które nie mają wcale antycząstek, ale mają „kuzynów“ o przeciwnym znaku). Widać też z powyższego, że operacja ta nie działa wcale na obojętne elektrycznie bozony (powiedzmy na fotony).

Staraliśmy się dotąd wyjaśniać Czytelnikowi zagadnienie na przykładzie pojedynczych cząstek swobodnych. Jednakże w gruncie rzeczy nigdy nie mamy do czynienia z cząstkami swobodnymi, lecz tylko z zespołami cząstek wzajemnie ze sobą oddziałujących. Chcąc poznać wszystkie własności takiego układu cząstek musimy wyznaczyć jego funkcję falową, co na ogół jest zagadnieniem niesłychanie trudnym. Wśród innych cech takiego układu nas będzie interesować przede wszystkim parzystość jego funkcji falowej. O ile do wyznaczenia parzystości funkcji falowej pojedynczej cząstki wystarczyło znać jej parzystość wewnętrzną, o tyle przy rozważaniu parzystości funkcji falowej układu cząstek w grę wchodzi wzajemne położenie i ruch poszczególnych cząstek, które to wielkości wraz ze spinem determinują całkowity moment pędu układu. Rozważania te prowadzimy w celu wyjaśnienia Czytelnikowi, jakie konsekwencje dla teorii cząstek elementarnych pociąga za sobą zasada zachowania parzystości. Przy rozpatrywaniu oddziaływania między cząstkami często mamy do czynienia z rozpraszaniem jednych cząstek na drugich albo też z rozpadami cząstek nietrwałych na inne cząstki. Skorzystamy z tego faktu, gdyż ułatwi on nam bliższe wyjaśnienie całości problemu. Można bowiem wtedy reakcję między cząstkami

opisać w następujący sposób. Przed procesem cząstki są od siebie bardzo oddalone, tak że nie oddziałują wzajemnie i możemy je uważać za cząstki swobodne. W miarę zbliżania się cząstek do siebie rozpoczyna się między nimi oddziaływanie, po czym, po reakcji, wszystkie cząstki będące jej produktem znów się od siebie oddalają; można je w końcu uważać za cząstki swobodne. Z mechaniki kwantowej wiemy, że funkcja falowa układu cząstek swobodnych równa się iloczynowi funkcji falowych poszczególnych cząstek. Jeżeli mamy do czynienia z układem cząstek oddziałujących i znamy wzajemne rozmieszczenie i ruch tych cząstek w układzie, to możemy podać całkowity moment pędu takiego układu. Będzie on równy sumie spinów cząstek i orbitalnych momentów pędu ruchu poszczególnych cząstek. Orbitalny moment pędu cząstki w mechanice kwantowej jest skwantowany, tak że jego kwadrat równa się $l(l+1)\hbar^2$, gdzie l jest liczbą naturalną. Jeżeli układ składa się z n cząstek, to ich ruch względny opisany będzie przez $n-1$ liczb kwantowych l_i , odpowiadających orbitalnym względnym momentom pędu. Okazuje się, że wówczas całkowita parzystość funkcji falowej układu będzie równa iloczynowi parzystości wewnętrznych poszczególnych cząstek przez wielkość równą $(-1)^l$, gdzie przez l oznaczyliśmy sumę wszystkich liczb l_i . Wielkość ta bierze się stąd, że w iloczynie n funkcji cząstek swobodnych każda ma swoją parzystość wewnętrzną; ponadto zaś zależność iloczynu funkcji od współrzędnych cząstek układu przejawia się poprzez czynnik $(-1)^l$. Jak już mówiliśmy na początku artykułu, równoprawność układów prawo- i lewoskrętnych pociąga za sobą zasadę zachowania parzystości. Możemy ją tutaj sformułować w następujący sposób. Jeśli pewien układ cząstek wskutek reakcji wewnętrznych przechodzi w inny układ, to parzystości obu tych układów są zawsze sobie równe. Jeśli więc dane eksperymentalne dają nam wystarczająco dokładną informację, np. co do układu cząstek powstałego podczas reakcji (mamy do czynienia z taką sytuacją podczas badania reakcji rozpadu nieznanych cząstek elementarnych), to zasada zachowania parzystości pomaga nam przy ustalaniu własności układu, istniejącego przed reakcją. Ponieważ zaś we wzorze na parzystość całkowitą układu cząstek występuje liczba kwantowa l orbitalnego momentu pędu, więc już stąd choćby widać, że zasada zachowania parzystości będzie wtedy oddawała największe usługi, jeśli się ją będzie stosować wraz z zasadą zachowania momentu pędu.

Podamy teraz dwa przykłady analizy reakcji rozpadu cząstki elementarnej. Od niedawna znana jest fizykom cząstka, oznaczana najczęściej literą Θ , rozpadająca się na dwa mezony π :

$$\Theta \rightarrow \pi + \pi$$

Spróbujmy przekonać się, jakie wnioski co do parzystości tej cząstki można wyciągnąć z samej tylko zasady zachowania momentu pędu i parzystości. Przede wszystkim wiemy, że spin mezonów π jest równy zeru; cały zatem ewentualnie różny od zera spin cząstki Θ równy jest momentowi orbitalnemu pędu obu cząstek. Ponieważ orbitalna liczba kwantowa jest zawsze liczbą całkowitą, więc i spin cząstki Θ musi być całkowity; cząstka ta jest więc bozonem. Przypuśćmy teraz, że spin jej równy jest

zeru. Wówczas jej parzystość wynosi $(-1)(-1)(-1)^0 = +1$; cząstka jest więc skalarna. Jeśli natomiast spin jej równa się jedności, to jej parzystość wynosi $(-1)(-1)(-1)^1 = -1$; cząstka jest więc wektorowa. Wystarczy więc teraz skądinąd wyznaczyć spin cząstki Θ , by mieć od razu określoną również i jej parzystość. Z nieco bardziej złożoną sytuacją mamy do czynienia w przypadku cząstki τ , rozpadającej się na trzy mezony π . W analogiczny do poprzedniego sposób przekonujemy się, że i ta cząstka jest bozonem. Przypuśćmy teraz, że spin cząstki τ jest równy zeru. Wówczas oba względne orbitalne momenty pędu równe są zeru, a więc znika też i liczba l , która jest ich sumą. Możemy stąd wnosić, że parzystość tej cząstki wynosi $(-1)(-1)(-1)(-1)^0 = -1$; cząstka jest więc pseudoskalarna. Analiza w przypadku wyższych spinów jest bardziej skomplikowana i nie daje już jednoznacznego związku między spinem a parzystością cząstki τ . W dalszym ciągu naszego artykułu powrócimy jeszcze do problemu cząstek Θ i τ .

Na zakończenie tej części rozważań zwracamy uwagę na to, że podany w powyższym sformułowaniu zasady zachowania parzystości wzór na parzystość układu cząstek słuszny jest jedynie wtedy, gdy żadna z cząstek należących do tego układu nie jest cząstką o masie równej zeru. Wiąże się to z tym, że spiny cząstek o znikającej masie niezależnie od wartości tych spinów mogą się ustawiać jedynie na dwa sposoby, tak że ich rzuty na wyróżniony kierunek równe są $+s$ i $-s$ (przez s oznaczyliśmy wartość spinu cząstki). Wobec tego ilość możliwych przejść bardzo się zmniejsza; powyżej sformułowana zasada zachowania parzystości dopuszczałaby więc również takie reakcje, które nie realizują się w przyrodzie.

Przejdziemy teraz do omówienia problemów o najbardziej aktualnym znaczeniu. W tym celu musimy zaznajomić Czytelnika z sytuacją doświadczalną, jaka się wytworzyła w ostatnich latach w fizyce cząstek elementarnych. Wśród licznych nowych danych uwagę fizyków skupiły na sobie dwie wspomniane już w naszym artykule cząstki Θ i τ . Okazało się, że zasada zachowania energii i pędu prowadzi do wniosku, iż masy obu cząstek są z wielką dokładnością sobie równe. Wniosek ten odnosi się zarówno do cząstek Θ i τ naładowanych, jak i obojętnych elektrycznie. Dziwny był przy tym fakt, że cząstki o takich samych masach i ładunkach mają różne schematy rozpadu, i to takie, iż analiza tych rozpadów prowadzi w przypadku najbardziej dla obu cząstek prawdopodobnego spinu 0 do różnych parzystości obu cząstek. Powstało więc pytanie, czy cząstki Θ i τ są różnymi cząstkami, czy też stanowią w gruncie rzeczy tę samą cząstkę i to o spinie równym zeru. Początkowo ta druga możliwość wydawała się zbyt paradoskalna. Szukano więc wyjścia z sytuacji na innej drodze. Przede wszystkim sprawdzono, czy przypadkiem hipoteza wyższego spinu obu cząstek nie uratuje zasady zachowania parzystości. Ale nie; pewne fakty doświadczalne, narastające w miarę postępu techniki eksperymentalnej, nie dopuszczały takiej interpretacji. Z drugiej strony wysunięto hipotezę (była ona dziełem wspomnianych już *Lee* i *Yang*), że cząstki Θ i τ stanowią tzw. dublet parzystościowy, to jest zespół cząstek różniących się jedynie parzystością. Ale i ta hipoteza nie sprawdziła się w swoich konsekwencjach. Pozostawała

tylko jedna możliwość — zasada zachowania parzystości nie jest powszechnie obowiązującym prawem fizyki podobnym powiedzmy do prawa zachowania energii. Możliwość tę przeanalizowali Lee i Yang; fakt ten stanowił podstawę do przyznania im nagrody Nobla. Nasunęło się im przede wszystkim pytanie, czy przypadkiem nie popełniano jakichś błędów w dotychczasowej interpretacji danych doświadczalnych, stwierdzających ogólną słusność zasady zachowania parzystości. W tym celu dokonali oni przeglądu różnych rodzajów oddziaływań, takich jak oddziaływania elektromagnetyczne, jądrowe i tzw. słabe, odpowiedzialne za wszystkie znane reakcje rozpadu cząstek elementarnych, wśród nich zaś za rozpad- β jąder atomowych.

Spróbujmy zrozumieć, na czym polegają idee Lee i Yanga. Dotychczas fizycy zakładali, że funkcje falowe układów cząstek mają określoną parzystość. Przypuśćmy teraz za Lee i Yangiem, że funkcje te nie mają określonej parzystości. Wówczas można je przedstawić w postaci superpozycji dwu innych funkcji, z których każda ma określoną parzystość, przy czym jednak parzystości obu tych funkcji są przeciwne:

$$\psi = \psi_1 + \kappa\psi_2$$

Przekonajmy się, jakie konsekwencje dla procesów elektromagnetycznych pociąga za sobą posługiwanie się taką funkcją falową. Rozpatrzmy ten problem na przykładzie przejść atomowych. Jeżeli wykonamy odpowiednie obliczenia dla procesów, podczas których następują zmiany w powłokach elektronowych atomu, związane z emisją promieniowania elektromagnetycznego, to dojdziemy do wniosku, że pewne przejścia atomowe, wzbronione przez starą teorię, obecnie staną się przejściami dozwolonymi. Natężenie promieniowania dla takich przejść jest proporcjonalne do $(\kappa)^2$. Jednakże dane doświadczalne, które dzięki wielkim postępom techniki eksperymentalnej osiągnęły obecnie wysoki stopień dokładności, przeczą powyższej możliwości, zgadzają się zaś najzupełniej ze starą teorią. W każdym razie pewne jest, że jeśli domieszka stanu o przeciwnej parzystości (proporcjonalna do κ) w ogóle tu występuje, to jest ona niezmiernie mała.

Podobnie się przedstawia sytuacja w przypadku silnych oddziaływań jądrowych. Mimo że zebrano dotychczas olbrzymi materiał doświadczalny, to i tu również nie ma żadnych podstaw do podważania słusności zasady zachowania parzystości.

Inaczej jednak przedstawia się sytuacja w przypadku procesów powolnych. Lee i Yang stwierdzili, że z dotychczasowych danych doświadczalnych odnoszących się np. do rozpadu- β jąder atomowych nie można wyciągnąć żadnych wniosków co do słusności zasady zachowania parzystości. Okazało się bowiem, że wszystkie dotychczasowe doświadczenia nie wystarczają do sformułowania jakichś konkretnych wniosków dotyczących tej zasady. Lee i Yang zaprojektowali więc takie doświadczenia, które by definitywnie rozstrzygnęły ten problem. Doświadczenia te w wielu wariantach zostały w ciągu ostatnich miesięcy wykonane i przyniosły rozstrzygnięcie sensacyjne i zgodne z podejrzeniami Lee i Yanga. Wiemy już dziś, że w słabych oddziaływaniach pa-

rzystość nie jest zachowana. Poświęćmy teraz nieco uwagi omówieniu pojęciowej strony tych doświadczeń.

Weźmy pod uwagę doświadczenia z rozpadem- β . Dokonuje się tu pomiaru natężenia promieniowania- β . Natężenie to możemy obliczyć na drodze teoretycznej; jak się okazuje, jest ono proporcjonalne do prawdopodobieństwa rozpadu- β pojedynczego jądra. Prawdopodobieństwo to jest między innymi funkcją pędów cząstek emitowanych podczas procesu — elektronu, neutrina i jądra końcowego. Dopóki wierzone w słuszność zasady zachowania parzystości, dopóty teoria była sformułowana w ten sposób, że omawiane prawdopodobieństwo nie zależało od tego w jakim je mierzono układzie odniesienia — prawo- czy lewoskrętnym. Jednakże po podaniu w wątpliwość słuszności tej zasady można było oczekiwać, że prawdopodobieństwo to będzie jednak zależne np. od jakiejś wielkości pseudoskalarnej. Ponieważ, jak już mówiliśmy, prawdopodobieństwo to jest na ogół funkcją pędów wylatujących cząstek, a także ich spinów, to przekonajmy się, jakie można z tych wielkości zbudować pseudoskalary, a następnie zbadajmy, od których z tych wielkości może zależeć prawdopodobieństwo emisji cząstek w określonym kierunku. Powiedzmy od razu, że w preparacie promieniotwórczym spiny jąder są na ogół ustawione zupełnie chaotycznie, tak że średnia wartość spinu jądra jest równa zeru. Co więcej, również i średnia wartość spinu elektronu emitowanego z jądra jest równa zeru, natomiast pomiar (bezpośredni) pędu i spinu neutrina jest rzeczą, praktycznie biorąc, niewykonalną ze względu na słabe oddziaływanie tej cząstki z materią. Fakty te tłumaczą nam, dlaczego mimo olbrzymiej ilości przeprowadzonych w ciągu kilkunastu lat pomiarów nie stwierdzono żadnych odstępstw od zasady zachowania parzystości; po prostu było zbyt mało wielkości, z których by można było zbudować pseudoskalary. Przypominamy — do naszej dyspozycji pozostają następujące wektory

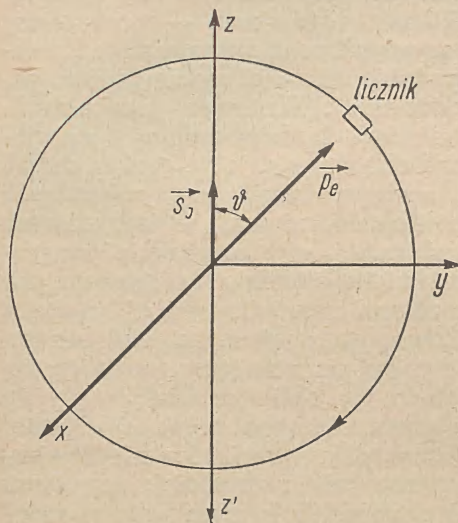
$$\vec{p}_e, \vec{p}_\nu, \vec{p}_J, \vec{S}_J, \vec{S}_e$$

Prawdopodobieństwo rozpadu musi być liczbą zależną od wyżej wymienionych wielkości. Utwórzmy z nich wszystkie możliwe skalary i pseudoskalary. Oto kilka z nich:

$$\begin{aligned} &\vec{p}_e \vec{p}_\nu, \vec{p}_e \vec{p}_J, \vec{p}_\nu \vec{p}_J, \vec{S}_J \vec{S}_e \\ &\vec{p}_e \vec{S}_J, \vec{p}_\nu \vec{S}_J, \vec{p}_J \vec{S}_J, \vec{p}_e (\vec{p}_\nu \times \vec{p}_J). \end{aligned}$$

Wiadomo, że pędy cząstek są wektorami, zaś spiny — pseudowektorami (w sensie trójwymiarowym) jako wewnętrzne momenty pędu cząstek. Wobec tego wielkości napisane w pierwszym wierszu to skalary, zaś w drugim — pseudoskalary. Zastanówmy się, jaki pseudoskalar najłatwiej byłoby wykryć w prawdopodobieństwie rozpadu. Weźmy pod uwagę np. pseudoskalar $p_J (\vec{p}_e \times \vec{p}_\nu)$. Wówczas należałoby przeprowadzić doświadczalnie z jądrami poruszającymi się z określonym pędem p_J , gdyż inaczej średnia wartość tej wielkości przy ruchu chaotycznym znikałaby tożsamościowo. Tu jednak napotkalibyśmy na wielkie trudności

doświadczalne. Podobnie trudno jest odnaleźć takie pseudoskalary jak $\vec{S}_e \cdot \vec{p}_\nu$, $\vec{S}_J \cdot \vec{p}_\nu$. Uwaga eksperymentatorów skupiła się więc na pseudoskalarze $\vec{S}_J \cdot \vec{p}_e$. Jednakże, jak już mówiliśmy, w zwykłych preparatach promieniotwórczych spiny jąder atomowych ustawione są chaotycznie i wobec tego średnia wartość spinu jądra wchodzącego w skład preparatu wynosi zero. Należy więc, jak mówimy, zorientować jądra, to znaczy ustawić je tak, by ich spiny zajęły jednakowe położenie w przestrzeni.



Doświadczenie ze zorientowanymi jądrami atomowymi zostało wykonane przez panią Wu i jej współpracowników. Umieściła ona preparat (promieniotwórczy izotop kobaltu 60) w jednorodnym polu magnetycznym, które ustawiło zgodnie spiny. Jednakże porządek ten psuł się wskutek ruchu cieplnego jąder. Zastosowano więc niską temperaturę, bliską zera bezwzględnego, celem zmniejszenia tego zakłócenia. W ten sposób udało się pani Wu uzyskać trwałe jednakowe ustawienie spinów jąder preparatu.

Na rysunku uwidaczniamy schemat tego doświadczenia. W początku układu odniesienia umieszczono Co^{60} . $\vec{H}$ oznacza kierunek pola magnetycznego, $\vec{S}_J$ — średni wektor spinu jądra preparatu Co^{60} .

W układzie tym dokonano pomiaru rozkładu kąтового natężenia promieniowania β , tj. pomiaru natężenia promieniowania w zależności od kąta Θ , uwidocznionego na rysunku (jest to kąt między pędem elektronu a kierunkiem spinu jądra). Kąt ten, a właściwie jego cosinus, jest proporcjonalny do omawianego wyżej pseudoskalaru. (Zachodzi mianowicie znany dobrze związek $\vec{p}_e \cdot \vec{S}_J = p_e S_J \cos \Theta$). Jeśli więc wykryje się zależność natężenia promieniowania od tego kąta, to tym samym stwierdzi się zależność natężenia promieniowania od pewnego pseudoskalaru. Zasada zachowania parzystości zostanie więc załamana. I istotnie. Po zmierzeniu natężenia promieniowania β przy pomocy licznika scyntylacyjnego przekonano się, że istotnie jest on funkcją kąta Θ . Zgodnie z obliczeniami Lee i Yanga stwierdzono, że zależność ta ma następującą postać

$$N(\Theta) = A(1 + a \cos \Theta)$$

gdzie A i a są pewnymi stałymi.

Obok pani Wu inni fizycy pracowali nad stwierdzeniem słuszności zasady zachowania parzystości w innych słabych oddziaływaniach.

Wśród nich wymienić trzeba grupę *Ledermana*, która zajmowała się badaniem z tego punktu widzenia reakcji rozpadu lekkich mezonów (π i μ).

$$\begin{aligned}\pi &\rightarrow \mu + \nu \\ \mu &\rightarrow e + \nu + \nu\end{aligned}$$

gdzie e i ν oznaczają, jak poprzednio, elektron i neutrino.

Przeprowadzone ostatnio doświadczenia pozwoliły na stwierdzenie, że i w tych i w innych jeszcze słabych oddziaływaniach parzystość nie jest zachowana.

Załamanie się zasady zachowania parzystości przynajmniej w słabych oddziaływaniach zmusiło fizyków do rewizji niektórych pojęć. W gruncie rzeczy fakt niezachowania parzystości wydawał się zupełnie niezrozumiały na gruncie współczesnych poglądów na przestrzeń. Oznacza on bowiem, że lewo- i prawoskrętne układy odniesienia nie są w przyrodzie równouprawnione. Istnieje więc jakby asymetria przestrzeni.

Fizycy usiłują ten fakt jakoś sobie wytłumaczyć. Wymienimy tu przede wszystkim hipotezę wysuniętą przez radzieckiego fizyka *Landaua*. Zakłada on, że sama („pusta”) przestrzeń (o ile pojęcie to ma w ogóle jakiś sens) jest zupełnie symetryczna, asymetrię zaś wprowadzają cząstki elementarne. Tak jak mogą istnieć prawe i lewe rękawiczki, tak też mogą istnieć cząstki „prawe” i „lewe”. Jedne od drugich według *Landaua* różnią się znakiem ładunku elektrycznego bądź też tym, że jeśli jakiś fermion jest np. „lewý”, to odpowiadający mu antyfermion jest „prawy”. Widzimy więc, że wprawdzie przy inwersji cząstki nie przechodzą same w siebie, ale wystarczy dołączyć sprzężenie ładunkowe (C), aby powróciła całkowita symetria. I tak np. elektron przy inwersji ma przechodzić w pozyton i na odwrót. Według koncepcji *Landaua* parzystość nie jest więc na ogół wielkością zachowywaną; wielkością taką jest natomiast iloczyn parzystości przestrzennej przez parzystość ładunkową. *Landau* żąda więc niezmienniczości praw przyrody nie względem samego P, ale względem iloczynu CP. Tę złożoną transformację nazywa *Landau* inwersją kombinowaną.

Teoria *Landaua* jak dotąd dobrze sobie radzi ze wszystkimi znanymi faktami, ale na jej pełne potwierdzenie przez doświadczenie — o ile ono w ogóle nastąpi — trzeba będzie jeszcze trochę poczekać. W obecnej chwili dokładność pomiarów nie jest bowiem jeszcze wystarczająca.

Trwają też intensywne i nastroczające wiele trudności prace nad stwierdzeniem słuszności zasady zachowania parzystości czasowej. Zachwianie jej byłoby dalszym ciosem w tradycyjny gmach pojęć, stworzonych przez fizykę w ciągu jej rozwoju. Niektórzy fizycy wyrażają też przekonanie, że ewentualne stwierdzenie niezachowania parzystości kombinowanej *Landaua* byłoby dla fizyków czymś jeszcze dziwniejszym i bardziej szokującym niż dotychczasowe odkrycia. Czas pokaże, które z tych obaw, czy też, jeśli ktoś woli, nadziei, zostaną urzeczywistnione.

Hugo Steinhaus

ROLA MATEMATYKI¹

(sprawozdanie z konferencji)

Projekt konferencji dotyczącej roli matematyki spotkał się z poparciem Instytutu Matematycznego PAN i dnia 8 czerwca 1957 r. odbyło się we Wrocławiu kilkugodzinne „jednorazowe seminarium“ przy udziale przeszło 80 osób, z których znaczna część przybyła z innych miast.

Zaproszeni otrzymali kilka tygodni przed terminem konferencji pismo określające przedmiot sesji:

Kwestia, jaki jest obiekt matematyki, już za Platona dzieliła filozofów greckich na dwa obozy. Platon przypisywał koncepcjom matematycznym byt realny, nawet realniejszy od bytu przedmiotów, których istnienie zagwarantowane jest tylko świadectwem zmysłów, jego przeciwnicy, do których należał Arystoteles, żądali ograniczenia pojęcia „istnienia“ do przedmiotów spostrzegalnych i chcieli, żeby wszelka nauka o świecie mówiła o takich tylko przedmiotach. Zasięg matematyki i rola jej zastosowań wzrosły niepomniernie od czasów Platona, a za naszego życia matematyka objęła takie obszary, że trudno zakreślić granice potencjalnym możliwościom tej nauki, skoro każda przepowiednia — jak dotychczas — została prześcignięta przez rzeczywistość. Coraz częściej zapytują nas laicy, czym właściwie jest matematyka, do czego służy, jaki z niej pożytek dla człowieka i narodu, jaka jej rola w kulturze materialnej i duchowej.

My, matematycy, staramy się odpowiedzieć na to pytanie w odczytach popularnych, ale widocznie nie umiemy trafić do umysłów słuchaczy, skoro wciąż jeszcze 99% ludzi ma zupełnie fałszywy pogląd na istotę tej uniwersalnej metody myślenia, którą Grecy trafnie nazwali matematyką — w tej nazwie nie ma nic specjalistycznego.

Wydaje mi się, że najwyższy czas na dyskusję nad rolą matematyki w gronie matematyków. Każdy z nas ma o tej roli swoje zdanie, ale unikamy kontrowersji, bo nie chcemy usłyszeć od przeciwnika, że nasz pogląd jest z gruntu fałszywy: musielibyśmy mu odpowiedzieć tak samo i ujawnić publicznie, że matematycy sami nie wiedzą, czym się zajmują... Byłoby jednak lekkomyślnością nie do darowania, gdyby matematycy polscy nie spróbowali przynajmniej zarejestrować swoje poglądy na rolę matematyki. Od tych poglądów zależy bowiem organizacja

¹ Sprawozdanie z konferencji matematycznej we Wrocławiu z czerwca ub. r. ukazuje się ze znacznym opóźnieniem z powodu trudności technicznych. Problemy poruszone na konferencji powinny, zdaniem Redakcji, dotrzeć do wszystkich zainteresowanych oraz do szerokiej opinii publicznej. Chętnie powitamy na łamach naszego kwartalnika szerszą dyskusję nad zagadnieniami poruszonymi na konferencji, jak również nad rolą innych nauk ścisłych w naszym życiu społecznym.

niższego i wyższego nauczania, one uzasadniają, ile państwo powinno łożyć na matematykę, jakie kryteria mają decydować o przydatności i ważności podręczników, książek i czasopism matematycznych i jakie funkcje powinni pełnić ludzie wykształceni matematycznie w budownictwie, rolnictwie, w przemyśle, w handlu i w ogólnym kierownictwie społeczeństwa i państwa. Nieuzasadniony byłby optymizm streszczający się w zdaniu, że najlepiej będzie, gdy każdy matematyk będzie robił to, co uważa za interesujące — ten program nie jest bowiem odpowiedzią na pytania, które tu wyliczyliśmy. Nawet gdybyśmy się wszyscy zgodzili na to, że wszelki przymus zabija twórczość, warto dowiedzieć się, co kto uważa za interesujące i dlaczego mniema, że państwo ma obowiązek utrzymywania go i ogłaszania jego dzieł publicznym kosztem, skoro on nie umie wytłumaczyć, jakie korzyści daje jego wiedza innym. Dziecinna teza, że „wszystko kiedyś się może przydać” przypomina argument kolektury loteryjnej, że każdy los może wygrać.

Proszę uprzejmie o sformułowanie swoich poglądów na kwestie wyżej naszkicowane — nie żądamy od nikogo przygotowania referatów, lecz chcielibyśmy, żeby każdy z uczestników wypowiedział się krótko i jasno w dyskusji ogólnej i dostarczył nam streszczenia swoich wywodów na piśmie.

Oto spis osób, które przemawiały na konferencji:

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. prof. Stefan Drobót, | 11. prof. Andrzej Mostowski, |
| 2. k. n. mat. Abraham Fessel, | 12. prof. Jan Oderfeld, |
| 3. adiunkt Stanisław Górny, | 13. doc. Julian Perkal, |
| 4. prof. Stanisław Hartman, | 14. dr Konrad Rudnicki, |
| 5. prof. Bronisław Knaster, | 15. prof. Jerzy Słupecki, |
| 6. prof. Jan Kott, | 16. prof. Hugo Steinhaus, |
| 7. st. as. Jadwiga Krawiecka, | 17. prof. Wincenty Styś, |
| 8. st. as. Ryszard Krasnodąbski, | 18. prof. Mieczysław Warmus, |
| 9. prof. Maria Kokoszyńska-Lutmanowa, | 19. Prof. Włodzimierz Zonn, |
| 10. prof. Jerzy Łoś, | 20. adiunkt Roman Żelazny. |

Odczytano (i podano tutaj) streszczenie wywodów p. Grzegorzcyka, który nie mógł przybyć na posiedzenie.

Stenogram umożliwił dyskutantom kontrolę tekstu, wielu z nich zmieniło sformułowania wygłoszone na konferencji nadsyłając je w wersji zmienionej co do treści i formy — zgodnie z życzeniem autorów sprawozdawca publikuje tu zmodyfikowane wersje.

H. Steinhaus otworzył sesję i oświadczył m. i. co następuje:

To seminarium nie ma na celu wysłuchiwanie referatów. Ma dać sposobność do dyskusji nad rolą matematyki. Rozesłane zaproszenia nie podają subiektywnego motywu inicjatora. Ten motyw jest dość dziwny, bo jest polityczny. Jak wiadomo, Polski dzisiejszej nie stać na wiele rzeczy. Moim zdaniem nie stać jej na to, żeby mogła dłużej ignorować rolę matematyki. (Mówca podaje kilka przykładów, wśród nich list skierowany do Jerzego Zawieyskiego, czł. Rady Państwa, w którym grono uczniów licealnych domaga się skasowania matematyki w szkołach, jako przedmiotu, który „nie jest do niczego potrzebny”).

Andrzej Grzegorzcyk: Społeczna rola matematyki (streszczenie) — Istnieją różne potrzeby uznane za godne, by im ulegać. Należą do nich między innymi: poznawanie przyrody, kontemplacja piękna, niektó-

re przyjemności zmysłowe, zaspokajanie elementarnych potrzeb życiowych. Organizacja życia naukowego w państwie pełni na ogół rolę podwójną: zarówno służy zaspokajaniu ciekawości poznawczej tych wszystkich, którzy zdradzają ową ciekawość i pragną ją zaspokajać, jak również służy do szkolenia ludzi w umiejętnościach potrzebnych do dobrego wypełniania różnych funkcji społecznych mających na celu zaspokajanie innych potrzeb społeczeństwa.

Matematyka wypełnia obie wymienione funkcje, zaspokaja ciekawość tych, którzy chcą wiedzieć, jakie są najogólniejsze prawa rzeczywistości, prawa najbardziej abstrakcyjne i odnoszące się do dowolnego obrazu świata. Tym samym uczy ona zachowania się w świecie i zmieniania go. Uzbraja nas w najbardziej podstawowe narzędzie metodyczne niezbędne we wszelkiej działalności technicznej. Oczywiście nie wszystkie działy matematyki mają techniczne zastosowanie. Wiele jest ciekawych same przez się i równie mało użytecznych technicznie, jak archeologia lub prehistoria sztuki.

Stanisław Hartman: „ $\tilde{\alpha}\tilde{\epsilon}\tilde{\iota}$ $\tilde{o}$ $\tilde{\theta}\tilde{\epsilon}\tilde{o}\tilde{s}$ $\tilde{\gamma}\tilde{\epsilon}\tilde{o}\mu\tilde{\epsilon}\tilde{\tau}\tilde{\rho}\tilde{\epsilon}\tilde{\iota}$ “¹ jest z pozycji meta-języka nie najgorszym argumentem na wiarę w Boga i za uprawianiem matematyki: waży słowo *asi*. *Ad primum* jest to chyba argument jedyny i niedostateczny, *ad secundum* niedostateczny, ale nie jedyny. Teza, że wszystko może się przydać, jest dziecinna, gdy ma usprawiedliwić magazynowanie byle jakich rupieci, jednak rozwój matematyki i jej zastosowań świadczy o celowej selekcji badań. Skąd się bierze ta selekcja? To pewne, że nie była decernowana przez władze ani przez autorytety naukowe. Truizm marksistowski, że doświadczenie jest jedynym źródłem i ostatecznym sprawdzianem rozumowania, nie traci swej mocy przez ciągle powtarzanie. Tylko tak można wyjaśnić, że nauka słucha zamówienia społecznego, choć jej jednocześnie stwarza, i to w każdym ustroju.

Rozumowanie matematyka opiera się na tych samych zasadach logicznych, co rozumowanie gospodyni robiącej rachunek zakupów — tak mniej więcej napisał Chwistek. Przydatność jednego i drugiego wpływa z praktyki, która w te zasady wdrożyła umysł. Trudno o inne wyjaśnienie celowości matematyki i inną gwarancję jej przydatności na przyszłość.

Kierunki badań bez zastosowań i bez koniektur obumierają szybko same lub uchodzą w szersze łóżysko. O przydatności w chwili bieżącej i przyszłej nie może decydować nikt, można ją tylko oceniać *ex post*. Wszelka matematyka może być matematyką stosowaną i często bywa. W naszych oczach stosuje się w praktyce bardzo wysokie abstrakcje, wysnute na użytek tej praktyki lub niezależnie od niej.

Dobrze uczyniono popierając w Polsce tzw. zastosowania lub tzw. matematykę klasyczną, bo był ich u nas niedostatek. Gdyby popierano skutecznie np. analityczną teorię liczb, stałoby się równie dobrze. Główne linie rozwojowe rysują się w matematyce na świecie, *im Grossen*, a w kraju o niezmiernie utrudnionych kontaktach z zagranicą, jak nasz, grozi zaściankowość, uprawianie matematyki *im Kleinen*. W wychowaniu młodych matematyków trzeba kłaść nacisk na zdobywanie wszechstronnej wiedzy i zapoznanie się ze współczesną matematyką.

¹ Bóg zawsze uprawia geometrię.

Andrzej Mostowski: Poruszony przez prof. Steinhaus'a problem realności pojęć matematycznych należy do najważniejszych problemów podstaw matematyki. O ile pogląd idealistyczny (platoński) pozwala łatwo zdać sprawę ze współczesnej struktury matematyki, to nie tłumaczy on jej stosowalności do nauk przyrodniczych. Pogląd natomiast empiryczny nie odpowiada obecnemu rozwojowi matematyki teoretycznej. Przedyskutowanie tych zagadnień przyczynić się powinno do wyjaśniania podstawowych zagadnień filozofii matematyki.

Konrad Rudnicki: Z góry rezygnując z wszelkiej ścisłości, można powiedzieć, że matematyka zajmuje się wszelkimi relacjami (wyraz relacja jest tu użyty w sensie potocznym) i logicznymi związkami między relacjami. Opierając się na tych relacjach i związkach budują matematycy różne działy matematyki i różne systemy matematyczne. Wiadomo, że nie każdy system matematyczny jest możliwy do skonstruowania. Istnieją na przykład systemy zawierające wewnętrzne sprzeczności — te odrzucamy. Fakt, że spośród wielu systemów, jakie można by wymyślić, tylko niektóre można poprawnie zrealizować, jest obiektywny. Matematyka zajmuje się więc badaniem obiektywnej rzeczywistości. Odróżnia rzeczy możliwe od niemożliwych. Zajmuje się badaniem praw istniejących obiektywnie.

Co prawda w tej chwili nie umiemy powiedzieć, czy te prawa wynikają z przyczyn leżących poza nami, czy też ze sposobu naszego myślenia, a więc czy odnoszą się do czegoś, co można by nazwać matematyczną strukturą wszechświata, czy też tylko do struktury myśli ludzkiej. Należy się jednak spodziewać, że ta sprawa zostanie kiedyś wyjaśniona. Jeżeli się przy tym okaże, że prawa matematyczne odnoszą się do struktury wszechświata, trzeba będzie matematykę zaliczyć do podstaw kosmologii. Jeżeli natomiast okaże się, że matematyczne ujęcie rzeczywistości jest tylko naszym sposobem patrzenia na rzeczywistość, matematykę będzie należało uznać za jeden z najważniejszych elementów teorii poznania. Tak czy inaczej, matematyka należy do podstawowych dziedzin wiedzy i jej główną rolę — podobnie jak innych nauk — jest badanie rzeczywistości.

Często mówiąc o roli matematyki myśli się wyłącznie albo prawie wyłącznie o jej licznych zastosowaniach. Jako astronom korzystam często z zastosowań różnych dziedzin matematyki, jednak główną jej wartość widzę nie w tych zastosowaniach, lecz w obiektywnych prawach, których wykrywaniem się zajmuje. Podobnie astronomię cenię nie z tego powodu, że pomaga regulować zegary i wyznaczać współrzędne geograficzne, ale dlatego, że bada realną budowę wszechświata.

Jerzy Słupicki: Chciałbym odczytać kilka uwag niedawno zmarłego profesora Łukasiewicza. Wybrałem parę aforyzmów nie o matematyce, ale o nauce, co bowiem dotyczy nauki, dotyczy i matematyki.

Chcę się zastrzec, że nie w pełni zgadzam się z poglądami prof. Łukasiewicza na naukę.

„Nisko myślą o nauce ci, co radzi by z niej zrobić służebnicę życia codziennego“.

„Nauka ma ogromne znaczenie praktyczne. Może podnieść człowieka etycznie, ale istotna jej wartość leży w czym innym“.

„Jak sztuka wyrosła z tęsknoty za pięknem, tak naukę wytworzył pęd do wiedzy“.

„Szukać celu nauki poza sferą myśli jest wielkim błędem, tak jak tłumaczyć sztukę względami na pożytek. Zarówno uprawnione jest hasło: nauka dla nauki i sztuka dla sztuki“.

„Wszystkie systemy aprioryczne z chwilą, gdy stosujemy je do rzeczywistości, stają się hipotezami przyrodniczymi, które należy sprawdzić na faktach w podobny sposób jak hipotezy fizyczne“.

Hugo Steinhaus: Dyskusja nie idzie w kierunku, który mnie interesuje. Powiedziałem, że Polski nie stać na to, żeby nie wiedziała, co to jest matematyka. Jeden z naszych ekonomistów tak się wyraził: „Jest z nami bardzo źle. Nasz stan finansowy jest opłakany, ale mamy pewne rezerwy. Rezerwą jest np. to, że nie mamy zelektryfikowanej kolei. Wobec tego możemy ją zelektryfikować i możemy na tym bardzo dużo zarobić. Jest kilka takich rezerw“. Mnie nie o to chodzi, gdzie matematyka mieszka, w którym z zaświatów, którego rządu, ale chodzi mi o to, że mamy sytuację, w której trzeba ze wszystkiego korzystać.

Uważam, że matematyka jest tak samo dobra, jak elektryfikacja, pod warunkiem, że się ją stosuje. Tymczasem ta elektryfikacja matematyczna tak wygląda, że zainwestowało się wszystkie pieniądze, żeby zrobić przewody i betonowe słupy, ale nie kupiło się lokomotywy, nie kupiło się samej trakcji. I wszyscy uważają, że bardzo dobrze, że tak jest.

Słyszeliśmy zachwyt nad sztuką dla sztuki i pogardliwe słowo o poziomych pożytkach. Powtarzam, że w naszej sytuacji takie stanowisko jest niedopuszczalne.

Młodzież ze szkoły ogólnej napisała do Jerzego Zawieyskiego, żeby spowodował skasowanie nauki matematyki w szkole, ponieważ nie jest ona do niczego potrzebna.

Czy Państwo myślicie, że ja potępiam tę młodzież? Nie! Uważam, że jest to myśląca frakcja młodzieży, bo jeżeli mniemają, że matematyka nie jest do niczego potrzebna, jeżeli tej potrzeby nie widzą, to mają rację, że piszą o tym. Grzeczny uczeń wierzy profesorowi, ale właśnie ci niegrzeczni, którzy napisali do Zawieyskiego, są mądrzejsi.

A co my im odpowiadamy? Mówimy im o Platonie i sztuce dla sztuki, a więc potwierdzamy ich petycję!

Jan Odrfeld: Ograniczam się celowo do kilku spraw, co nie znaczy, żeby inne były mniej ważne.

1. Rola matematyki w prowadzeniu przedsiębiorstwa jest u nas w tej chwili bardzo skromna. Obejmuje ona niewiele ponad graficzne przedstawienie zależności, regułę trzech i operowanie średnią arytmetyczną.

Można natomiast podać liczne przykłady przedsiębiorstw zagranicznych, które stosują bieżąco np. teorię informacji, statystykę matematyczną, logikę matematyczną nie mówiąc o tzw. klasycznych działach matematyki i intensywnie używają maszyn matematycznych. Przedsiębiorstwa te doskonale na tym wychodzą.

Pierwszym powodem różnicy była do niedawna drugorzędna rola rentowności i jakości w naszej produkcji. Należy przypuszczać, że pod tym względem stopniowo rzeczy będą się poprawiać.

Drugim powodem, którego usunięcie zależy w znacznej mierze od pracowników nauki, jest powszechna nieznajomość matematyki, nawet ele-

mentarnej, a u wielu matematyków małe zainteresowanie sprawami gospodarczymi.

2. Matematyka gra w technice różne role zależnie od rodzaju techniki.

Prawie wszyscy się godzą, że zbudowanie nowoczesnego radaru, nowoczesnego samolotu, nietypowej konstrukcji budowlanej, automatyki jest niemożliwe bez bardzo zaawansowanej matematyki. Ponadto technika tego rodzaju stawia matematyce wiele pytań, na które matematyka nie może jeszcze odpowiedzieć.

Pozostały jednak zakres techniki, ilościowo przeważający, nie korzysta u nas (ze szkodą dla siebie) z zupełnie prostych i od dawna znanych środków matematycznych materialnych i niematerialnych. Szczęśliwym i rzadkim wyjątkiem jest rozpowszechnienie się suwaka logarytmicznego, którego znaczenie dla techniki można porównać ze znaczeniem niejednej teoretycznej dyscypliny techniki.

3. Za jeden ze środków zaradczych uważam akcję popularyzującą matematykę wśród techników w skali nieporównanie większej, niż to się dzieje obecnie. Celowe wydaje się zainteresować tym Naczelną Organizację Techniczną, która skupia około 150 000 inżynierów i techników.

4. Technika w naszym kraju dotkliwie odczuwa brak placówki rachunkowej, wyposażonej bodaj w arytmometrię w oczekiwaniu na cyfrowe maszyny elektronowe. I dla jednych i dla drugich znalazłoby się wiele roboty.

5. Obecny poziom tzw. zastosowań matematyki w Polsce przekracza, jak sądzę, o 5—10 lat chwilowe potrzeby odbiorców pozamatematycznych; ile wynosi wyprzedzenie badań czysto teoretycznych, nie wiem, może 20, może 100 lat?

W tej sytuacji trzeba sobie postawić pytanie: skoro dzisiaj zastosowania matematyki w Polsce są mało popularne, a jednocześnie teoretyczne osiągnięcia polskiej matematyki budzą szacunek w całym świecie, czy nie jest słuszne skupić wszystkie siły na badaniach wolnych od obowiązku oglądania się na cel praktyczny, licząc na to, że zastosowania pojawiają się kiedyś same przez się?

Sądzę, że nie byłoby to słuszne, a może nawet byłoby niebezpieczne dla naszej gospodarki, gdyż zmniejszyłoby nasze szanse na wyrwanie się w ciągu, powiedzmy, 10—15 lat z obecnego stanu zacofania.

Ponadto byłoby to ryzykowne również dla naszej matematyki, której pewne działy dość żywo rozwinęły się dopiero po ostatniej wojnie.

W tej chwili jednak odczuwa się, przynajmniej w tym zakresie, który mnie bezpośrednio interesuje, pewną izolację. To co się robi w tzw. zastosowaniach, jest w małym tylko stopniu konsumowane przez odbiorców w kraju, a nie bardzo interesuje tzw. czystych matematyków. Wydaje się rzeczą konieczną poszukać kontaktu za granicą, zwłaszcza w tych krajach, w których zastosowania matematyki już wrosły w życie gospodarcze i stały się równie niezbędne, jak zastosowania biologii, chemii teoretycznej, ekonomii itd.

Kontakty te powinny, jak sądzę, dotyczyć z naszej strony przede wszystkim matematyków młodych.

Spełniając życzenie prof. Steinhausa dołączam do dyskusji na Seminarium parę uwag o sesji STACO odbytej w Lizbonie w dwa tygodnie po Seminarium wrocławskim. STACO jest zespołem ekspertów, którzy

w łonie międzynarodowej organizacji normalizacyjnej (ISO) zajmują się naukowymi podstawami normalizacji technicznej.

Zauważyłem, że żaden z uczestników sesji nie miał wątpliwości co do wielkiej roli matematyki w normalizacji. Na przykład analiza wymiarowa okazała się skutecznym narzędziem w jednym z najtrudniejszych zagadnień technicznych, jakim jest współistnienie układu miar metrycznych i anglosaskich. Probabilistyka odgrywa zasadniczą rolę przy unifikacji produktów masowych, w projektowaniu i ocenie prób służących do kontrolowania ich jakości itd.

Jak się okazało, poziom matematyki polskiej w żadnym z tych zakresów nie jest niższy od dobrego poziomu światowego, a na przykład w zakresie analizy wymiarowej jest głównie — dzięki pracom S. Drobota — wyższy. Za to zdecydowanie mniejsze jest u nas zapotrzebowanie na usługi matematyki; myślę o zapotrzebowaniu efektywnym, a nie deklaracyjnym, którego u nas nie brakuje.

Stefan Drobot: Kiedy usłyszałem od profesora Steinhausa, że ma zamiar zorganizować jednorazowe seminarium o „Roli matematyki“, zapytałem, czy nie należałoby dokładniej określić tematu, podając „rola matematyki“ w czym? Dostałem stanowczą odpowiedź, że ma być „rola matematyki“ bez żadnego „w“. Zastanawiając się potem, o czym by tu mogła być mowa, uwzględniłem także to, że wyraz „rola“ ma w języku polskim co najmniej dwa znaczenia: rola, którą się orze i uprawia, oraz rola, którą aktor gra w teatrze. Żadna z obu interpretacji nie wydała mi się niedorzeczną we wrocławskim ośrodku matematycznym, który potrafi stosować matematykę zarówno do rolnictwa, jak i do przedstawień teatralnych.

Z głosów innych mówców dowiedziałem się, że wyraz „rola“ należy tutaj rozumieć w przenośni teatralnej, że *tertium comparationis* jest teatr, a idzie o to, jaką rolę w tym teatrze gra matematyka. Takie stanowisko zwalnia od odpowiedzi na pytanie, czym jest matematyka. Na to pytanie nie potrafiłbym dać odpowiedzi nawet, a raczej zwłaszcza, po przeczytaniu kilku książek mających to pytanie w tytule. Ani z książki Couranta i Robbinsa *What is Mathematics?*, liczącej ponad 500 stron, ani z artykułu Kołmogorowa w *Wielkiej encyklopedii radzieckiej*, mającego z racji swojego miejsca odpowiedzieć na pytanie, co to jest matematyka, ani z książki Steinhausa zatytułowanej *Czym jest a czym nie jest matematyka*, o której sam autor powiedział, że daje odpowiedź tylko na drugą część tytułu — ani z wielu jeszcze innych książek i artykułów, które istnieją i które nie istnieją, które przeczytałem i których nie przeczytałem, nie potrafiłbym dać jasnej i wyczerpującej (temat) odpowiedzi. Dlatego wygodnie będzie posłużyć się przenośnią i to teatralną.

Matematyka jest *commedia del arte*. To jest taki teatr, w którym aktorzy nie mają wyuczonych ról, nie ma dokładnie ustalonej akcji, nie ma nawet reżysera, a jest tylko ogólna umowa między aktorami, że na scenie ma się dziać coś, co z grubsza umówiono, a resztę pozostawiono talentowi aktorów i — co nie jest bez znaczenia — reakcji publiczności. Aktor gra tym lepiej, im bardziej z życia jest jego rola. Można by snuć dalej to porównanie i pozwolić sobie przy tym na niejedną złośliwość, gdyby ta *commedia* nie miała także cech tragicznych. Do tragedii nie zaliczam tego, że niektórzy chcieliby ten teatr upaństwić, ani to, że inni żądają,

by za pieniądze, które się aktorom płaci, grali tak, jak się podoba fundatorom. Tragedia jest w tym, że cała niemal publiczność, a także bardzo wielu aktorów — i to nie tylko podrzędniejszych — uważa, że matematyka to jest rzeczywiście teatr, że wszystko, co się w niej dzieje, ma znaczenie tylko umowne, że to się robi tylko na niby, chociaż to nawet jest i wzięte z życia, ale w końcu jest to tylko gra, i aktor, który na scenie zamordował kilka osób, idzie z nimi po przedstawieniu na piwo, żeby nazajutrz ich znowu pozabijać. (Z tym „nazajutrz“ trochę przesadziłem, bo w teatrze matematycznym są same premiery). A tymczasem są tacy matematycy, którzy swoją rolę uważają nie za rolę, ale są głęboko przekonani, że to, co oni robią, to jest tak naprawdę, a jeżeli się z nich publiczność śmieje, to jest tylko sprawa punktu widzenia, kto kogo ogląda, bo rampa wcale nie wyznacza kierunku, gdzie jest scena, a gdzie widownia, a tylko odgranicza, tak jak w ogrodzie zoologicznym, w którym nie tylko publiczność ogląda małpy, ale i małpy oglądają publiczność.

Porzucę już to porównanie z teatrem jako ryzykowne. Profesor Steinhaus powiedział w swoim przemówieniu wstępnym, że kwestia, którą stawia, jest natury politycznej, bo — jak pisze w liście rozesłanym do uczestników tego seminarium — od poglądów na rolę matematyki ma zależeć wiele ważnych spraw, jak na przykład „organizacja niższego i wyższego nauczania“, dalej: „ile państwo powinno łożyć na matematykę“, a nawet „jakie funkcje powinni pełnić ludzie wykształceni matematycznie“. Nie chciałbym występować tutaj jako polityk, jak tego wymaga profesor Steinhaus, bo taka rola mi nie odpowiada, a zresztą wydatki na matematykę nie są takie wielkie, żeby ich znaczna nawet zmiana mogła wpłynąć w sposób widoczny na nasze położenie gospodarcze. Kwestię postawioną tutaj będę rozumiał jako pytanie, takie — na przykład: Dlaczego prestiż społeczny matematyki dzisiaj nie jest taki wielki, jak innych nauk, lub jak tego wymagaliby niektórzy matematycy?

Na tak sformułowane pytanie odpowiem innym pytaniem. Dlaczego prestiż społeczny fizyki jest dziś znacznie większy niż matematyki? Jeżeli dziś fizycy żądają i dostają na swe badania znacznie większe sumy niż matematycy, to dlaczego nikt nie zastanawia się nad tym, czy to warto?

Pozwolę sobie przypomnieć, że nie zawsze fizyka i fizycy mieli taki nieograniczony kredyt. Przed wojną fizycy musieli często tłumaczyć, że na przykład odkrycie za pomocą analizy spektralnej helu na słońcu przydało się do produkcji reklam jarzeniowych lub — żeby użyć mocniejszego argumentu — że na przykład badania nad promieniotwórczością przydały się w medycynie, a nazwisko Konrada Roentgena stało się rzeczownikiem oznaczającym aparat medyczny. Tym — *sit venia verbo* — wyłudzały pieniądze na całkiem teoretyczne badania nad budową atomów. Trzeba było dopiero wielkiego wybuchu bomby atomowej, żeby niemal od razu podnieść prestiż społeczny fizyki i fizyków. Ten wybuch oślepił ludzi i teraz wystarczy powiedzieć, że pieniądze są potrzebne na fizykę, żeby się znalazły niemal tak łatwo, jak, u nas, na wychowanie fizyczne.

Czy jest do pomyślenia taki „wybuch“ matematyczny, który by podniósł swoim podmuchem wysoko prestiż matematyki? W książce Mitchella Wilsona *Życie we mgle* opisującej — podobno — autentyczne zdarzenia w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej przed i na początku ostat-

niej wojny, jest przedstawiona scena, jak to jeden fabrykant angażował do swej fabryki fizyka:

„Nigdy nie mieliśmy fizyka wśród naszego personelu“ — powiada Mr. Turnbull — panie doktorze... Tu większość ludzi właściwie nie ma pojęcia, co to jest fizyk. Ale mnie się zdaje, że w przemyśle nadchodzą zmiany. Przed rokiem 1918 w fabrykach chemicznych pracowali tylko inżynierowie chemicy, ale wskutek wojny przemysł ten rozrósł się tak szybko, że wyszedł ze stadium, w którym podstawowymi zagadnieniami mógł się zajmować inżynier; toteż ściągnięto tego, kto inżynierów uczył, a mianowicie człowieka ze stopniem doktora. Dzisiaj chemik bez doktoratu jest w przemyśle pracownikiem półwykwalifikowanym. Otóż przemysł budowy maszyn wchodzi dzisiaj w takie stadium, że techniczne zawilości wręcz przytłaczają inżynierów-mechaników. Wszystko, co umieją, to budować te przekłete maszyny w jeszcze dwa razy większych rozmiarach. Wciąż powtarzam, że czas już znów zacząć od podstaw i znaleźć prostsze metody, to zaś może zrobić jedynie fizyk; tylko że nikt mnie nie słucha. Dywidendy wpływają i wszyscy są kontenci. Wszyscy oprócz mnie. Na moje nieszczęście obdarzony jestem zdolnością patrzenia w przyszłość. Mamy tu do czynienia z mocno konserwatywnym wyposażeniem w mocno konserwatywnym przemyśle. Do diabła! Jestem radykał... w interesach — dorzucił. Ale ja jestem postępowiec“.

Spróbujmy ekstrapolować te poglądy Mh. Turnbulla. Do niedawna doktor chemii był takim oderwanym od życia teoretykiem jak później doktor fizyki. Teraz doktor fizyki jest już człowiekiem bardzo „porządnym“ pod względem społecznym, a uczeni fizycy zabierają głos i — to jest ważniejsze — są słuchani, nawet przeciw oficjalnym politykom. Mają duże wpływy na losy państwa nie jako „ludzie uczeni“, ale jako fizycy, dlatego, że są fizykami. Doktor chemii zaś to już tylko wykwalifikowany pracownik. Kierunek ewolucji tych doktoratów przesuwają się coraz bardziej w tę stronę, gdzie zazwyczaj lokuje się matematykę. Tyle zewnętrzna obserwacja. Wydaje mi się jednak, że można dopatrzeć się także głębszego nurtu. To technika zrewolucjonizowała świat, bo późniejsze rewolucje społeczne, wojny i pokoje zaczęły się — jak mówią także marksści — od wynalezienia maszyny parowej. Fizyka dzisiejsza zrobiła bombę atomową. Matematyka przygotowała też już swoją bombę; nazywa się ta bomba: automatyzacja. Nie jest wyłączone — obym te słowa musiał odwoływać — że automatyzacja wywoła taki wstrząs w życiu narodów i ludzkości, że dotychczasowe metody postępowania okażą się przestarzałe, że pojawią się takie zagadnienia, które potrafi rozwiązać tylko matematyk; nie dlatego, że wymagają one zastosowania jakichś znanych środków matematycznych, ale dlatego, że będą one wymagały tej metody, jaka stosuje się w matematyce. Dzisiejsze niektóre teorie matematyczne, jak na przykład teoria gier lub teoria informacji, lub wręcz teoria automatów, programowanie i inne, pokazują, dokąd już dziś sięga matematyka.

Można by te prorocтва ekstrapolować jeszcze dalej. Warto tu przytoczyć pewną opinię, którą profesor Steinhaus — pół żartem, pół serio — nazywa „zasadą Ulama“ od nazwiska matematyka, który taką opinię miał wypowiedzieć: Matematyk robi zawsze lepiej. Innymi słowy, gdyby — dajmy na to — kazać zrobić jakąś robotę kilku ludziom —

a wśród nich i matematykowi — i ci ludzie nie znalazliby się przedtem na tej robocie, to matematyk zrobiłby lepiej od innych, dlatego, że jest matematykiem, bo matematyka po prostu jest metodą robienia najlepiej.

Taka może być kiedyś rola matematyki, a właściwie nie będzie to już rola, bo matematyka będzie reżyserem w naszym obecnym teatrze pomyłek.

Jan Kott: Dla humanisty matematyka przedstawia się albo w postaci obliczeń, których tylko część potrafi sam wykonać, albo w postaci problematyki. Pierwsza postawa jest tradycyjna i naiwna; odpowiada ona dosyć celnie pojęciu humanistyki, jakie wykształciło się w wieku XIX. Druga postawa wydaje mi się o wiele bardziej współczesna i twórcza, wiąże się ona z pojmowaniem dyscyplin humanistycznych jako nomotetycznych, a nie idiograficznych.

Humanista styka się z problematyką matematyczną zawsze wtedy, kiedy bada zjawiska powtarzające się i kiedy zmuszony jest uogólnić swoje wnioski na całość materiału, zbadawszy jedynie tylko jego część. Dotyczy to nie tylko socjologii, psychologii, ekonomii, gdzie ten typ postępowania naukowego od dawna jest stosowany, ale również językoznawstwa i wersyfikacji, gdzie frekwencję danego zjawiska badamy z konieczności na podstawie jednego wydzielonego materiału, nie umiając nawet zwykle określić, jaką stanowi on frakcję całości. Z problematyką matematyczną styka się humanista i wtedy, kiedy posługuje się pojęciem struktury, jak np. w psychologii postaci (Gestaltpsychologie), a już zawsze wtedy, kiedy posługuje się pojęciem przypadku. Oczywiście, humanista tak jak pan Jourdain, który nagle dowiedział się, że mówi prozą, przeważnie nie wie, że uprawia matematykę albo powiedzmy skromnie, że próbuje myśleć matematycznie.

Niestety zwykła „życiowa“ intuicja matematyczna czy logiczna wystarcza tylko przy bardzo prostych uogólnieniach lub dedukcjach, w zagadnieniach bardziej złożonych zawodzi i wtedy humanista po prostu rozumuje fałszywie.

Nie tylko humanista. W czasie ostatniej wojny matematyk Eilenberg uczył lotników zasad strzelania z samolotów. Jeśli samolot ścigający miał mniejszą szybkość od ściganego, kazał mierzyć przed śmigło, w wypadku odwrotnym celować na ogon. Ta druga instrukcja została przyjęta przez większość strzelców pokładowych jako rzecz sprzeczna ze zdrowym rozsądkiem i dopóty nie chcieli jej stosować, dopóki dowództwo nie wprowadziło surowych kar. Zwykła intuicja myśliwego wystarcza, by strzelając do pędzącego zająca dać dwukrotne lub trzykrotne wyprzedzenie, ale zawodzi przy strzelaniu do tego samego zająca z pędzącego samochodu, kiedy, aby trafić, trzeba mierzyć za ogon.

Zwykła intuicja wystarcza, by grając w ruletkę na „rouge et noir“ stwierdzić, że zaczynając grę jest równie prawdopodobne, że wypadnie „czerwone“ jak „czarne“, odpowiada natomiast fałszywie, że jeżeli trzykrotnie wypadnie „czerwone“, jest bardziej prawdopodobne, że za czwartym razem wypadnie „czarne“ niż „czerwone“.

Określenie korelacji między jasnymi włosami i niebieskimi oczami wśród tysiąca zbadanych osobników nie przedstawia trudności dla człowieka, który ukończył szkołę średnią. Ale jeśli nawet będzie on wiedział,

że zbadał określoną frakcję całej populacji i że ją wybrał poprawnie, nie potrafi on bez matematycznego myślenia podać pełnej informacji o korelacji jasnych włosów i niebieskich oczu dla całej populacji.

Do tego ostatniego przykładu można jeszcze co prawda powiedzieć, że jest to raczej sprawa wzoru i rachunku niż *sensu stricto* problematyki matematycznej. Ale wystąpi ona z całą oczywistością w każdym przypadku, kiedy mamy do czynienia z przewidywaniem na podstawie określonych informacji. Dotyczy to przede wszystkim planowania gospodarczego.

Przed paroma miesiącami odwiedził Polskę p. Simon N o r a t, kierownik Ośrodka Badań i Planowania przy francuskim Ministerstwie Finansów. Rozmawiał on z naszymi najwybitniejszymi ekonomistami i stwierdził, że nasze planowanie nie tylko operuje metodami przestarzałymi w stosunku do Angli, Francji czy Ameryki o blisko ćwierć wieku, ale w ogóle pomija zagadnienie korektury własnych błędów. Chodzi tutaj o stworzenie takiego systemu informacji, który w trakcie wykonywania planu koryguje automatycznie błędy planowania, a więc czegoś w rodzaju *Seed—back* w samym mechanizmie planowania. Nie jest to tylko sprawa lepszego wzoru czy bardziej precyzyjnych obliczeń, ale cybernetycznej koncepcji planowania. Albo mówiąc inaczej i prościej: nie można planować bez współczesnej teorii informacji, która jest koncepcją matematyczną.

Planowanie wymaga odpowiedzi na następujący typ pytań: jeśli wiemy, że w określonym czasie dochody pewnej frakcji ludności wzrosną o α procent, jak się rozłoży napór na masę towarową, czyli, mówiąc inaczej, co ludzie ci będą kupować za zwiększone zarobki? Informacje otrzymujemy metodą ankietową, ale przejście od informacji do prognozy wymaga już matematycznego myślenia. W ośrodku, którym kieruje p. N o r a t, grupa rozwiązująca podobny typ zagadnień składa się z socjologa, ekonomisty, technika i matematyka. Takie połączenie daje według doświadczeń francuskich najlepsze wyniki. I daje wyniki nie dlatego, że każdy ze specjalistów wykonuje swoją część roboty, ale pozwala na wspólne opracowanie problematyki zagadnienia. W przypadku tutaj przytoczonym jest rzeczą przecież zupełnie jasną, że na podstawie tych samych informacji prognoza ekonomiczna musi być zupełnie różna, zależnie od tego, co chcą produkować. Muszą mieć na przykład znacznie większą pewność zbytu, żeby założyć nową produkcję skuterów, niż aby rozszerzyć istniejącą już produkcję rowerów itd.

Socjolog, ekonomista, psycholog coraz częściej zmuszony jest posługiwać się teorią informacji; matematyka przestaje w ten sposób być dla niego tylko rachunkiem, staje się jego własną problematyką. Klasyczne określenie *C o m t e' a* brzmi *savoir c'est prévoir!* Nie trzeba być ani graczem bilardowym, ani matematykiem, żeby przewidzieć z grubszą, w jakim kierunku potoczy się nieruchoma kula uderzona przez drugą kulę. Ten typ przewidywania, do którego wystarczała zwykła intuicja, na ogół wystarczał, żeby poruszać się w świecie przedmiotów, które otaczały człowieka dziewiętnastowiecznego. Klasyczna mechanika zgodna jest ze zwykłą intuicją: do jej opanowania wystarcza znajomość matematyki wyniesiona ze szkoły średniej. Ale zwykła intuicja i klasyczna mechanika zawodzi w świecie przedmiotów, które coraz częściej działają na zasadzie wypuszczanej wiązki elektronów. Zawodzi w świecie makro i w świecie mikro. Dotyczy to również, chociaż nie w tym samym stopniu,

humanistyki współczesnej. Pojęcie przewidywania przestało być pojęciem prostym i intuicyjnym. Coraz częściej zamiast, że z a wynika b , musimy mówić o błędzie, prognozie, prawdopodobieństwie i granicy. Przewidywanie nie oznacza, że coś będzie, ale że będzie z mniejszym lub większym prawdopodobieństwem. Pojęcie przewidywania stało się pojęciem matematycznym. A ponieważ, aby żyć i aby myśleć, musimy przewidywać, możemy powiedzieć metaforycznie, że wszyscy, wiedząc o tym lub nie wiedząc, chcąc tego lub nie chcąc, jesteśmy coraz bardziej matematykami.

Mieczysław Warmus: Sam temat dyskusji świadczy, że z zastosowaniem matematyki w Polsce jest niedobrze. Gdy w innych krajach matematykę stosuje się do różnych zagadnień, to rola matematyka jest taka wyraźna, że nie podlega dyskusji. Jeżeli w Polsce trzeba dyskutować, czy i do czego matematyka jest potrzebna, to świadczy to przede wszystkim o tym, że w Polsce nie ma jeszcze warunków na rozwój zastosowań matematyki. Jedną z przyczyn tego stanu rzeczy jest niedorozwój ekonomiczny naszego kraju. Powoduje on bowiem niedorozwój badań naukowych technicznych, wymagających nieraz dużych nakładów finansowych, a tym samym paraliżuje pracę najpoważniejszych odbiorców w zakresie zastosowań matematyki, mianowicie techników zajmujących się badaniami naukowymi. Drugą przyczyną jest niedouczenie w zakresie matematyki absolwentów szkół średnich. Jest ono skutkiem niedostatecznych kwalifikacji zawodowych wielu nauczycieli matematyki w szkołach średnich. Wiąże się to znowu z zagadnieniami ekonomicznymi, ponieważ wielu zdolnych nauczycieli ucieka do innych zawodów, lepiej płatnych.

Mamy obecnie w Polsce taką sytuację, że grupa wyszkolonych matematyków uprawia matematykę „rekordową“, ale grupa ta nie ma zaplecza. Przeciętny inteligent w Polsce stoi na niskim poziomie co do kultury matematycznej i dlatego nie może być odbiorcą produkcji matematycznej. Można tu podać wiele żenujących przykładów.

Jerzy Łoś: Jadąc na tę konferencję zastanawiałem się, co będzie jej właściwym tematem. Choć tytuł dotyczy roli matematyki, to w ekscytującym piśmie prof. Steinhausa, które otrzymaliśmy wraz z zaproszeniem, były poruszane różne inne tematy. Nie negując ich wagi, chciałbym się skoncentrować na roli matematyki w tym istotnym sensie, o którym mówił prof. Drobot. Można tu mówić o tej roli, jaką istotnie matematyka odgrywa, a można też dyskutować nad tym, jaką rolę powinna ona odgrywać. Sądzę, że to względ natury ekonomicznej sprawił, że więcej się tu mówi o drugim aspekcie sprawy i to ograniczając go do konkretnej polskiej rzeczywistości. To, co przy tej okazji obserwujemy, ten napór matematyków dla znalezienia zastosowań w życiu gospodarczym Polski, nie jest nowy. Obserwowałem go często od zakończenia ostatniej wojny w gronie matematyków, ale nie wiem, czy udało się go przenieść poza koła matematyczne. Zapraszało się co prawda na konferencje i zjazdy różnych fachowców np. techników, aby im powiedzieć, co mogą dostać od matematyki, ale niewiele z tego wyszło. Rola matematyki nie jest tu tak mocna, jakbyśmy chcieli, zdaje mi się jednak, że to jest nieuniknione. Jakie bowiem stosunki ogólne, takie i zastosowania matematyki. Nie ulega wątpliwości, że nasza matematyka jest dobra, nie ma jednak bazy społecznej i ekonomicznej w życiu i gospodarce narodu i dlatego jej rola musi

być ograniczona. Nic tu też nie pomogą starania samych matematyków zmierzających w kierunku dopasowania tematyki badań do potrzeb gospodarki. Za przykład może służyć tzw. klasyczna analiza. Mimo wielu sztuk robionych ostatnio dla jej popierania, matematyka polska jest wciąż w ogromnej większości od niej bardzo daleka.

Niedawno rozmawiałem z jednym z moich znajomych o tej konferencji i usłyszałem zdanie, że „wy tam i tak do niczego nie dojdziecie“. — Powiedziałem, że chwała Bogu za to, bo ładnie by przyszłość matematyki wyglądała, gdybyśmy doszli do wiążących postanowień o zakresie roli matematyki. Widzieliśmy już konferencje decydujące o takich sprawach i widzieliśmy też, do czego to prowadziło. Nie ulega jednak wątpliwości, że sam temat jest aktualny i że warto się nad nim zastanowić. Widać obecnie już bardzo wyraźnie, że rola matematyki rośnie, choć niestety nie tyle w Polsce, co przede wszystkim poza Polską. Wydaje się, że choć bardzo trudno by było wykreślić krzywą tego wzrostu, to można powiedzieć, że nie tylko rzędna się wzrasta, lecz także rośnie jej pochodna. Mamy więc do czynienia nie tylko ze wzrostem roli matematyki, ale rośnie też szybkość tego wzrostu. Matematyka jest nauką starą i przypuszczam, że — z małymi może wahaniem — stale wzrastał jej wpływ na życie ludzkich społeczeństw, ale chyba od niedawna obserwujemy silną dodatność pochodnej tego wzrostu, co wskazuje na małe wysycenie się życia społeczeństw problematyką matematyczną i zmusza do refleksji.

Chciałbym tu wypowiedzieć swój osobisty pogląd na te sprawy — nie wiem czy słuszny. Była tu mowa o przedmiocie matematyki, ale nie były to rozważania o aspekcie czysto filozoficznym. Chciałbym postawić podobne zagadnienie, ale o aspekcie metodologicznym: czy przedmiotem matematyki są liczby czy nie? Większość ludzi twierdzi, że matematyka jest nauką o liczbach i niczym więcej. Z ich to grona rekretują się ci, co dają nam posady buchalterów.

Głos z sali: ...W książce Robbinsa-Curanta jest napisane na pierwszej stronie, że matematyka jest to nauka o liczbach.

Jerzy Łoś: Był bezsprzecznie długi okres, w którym tak myślano i popierano ten pogląd mniemaniem, że jeśli nawet pewne dziedziny matematyki nie są zarytmetyzowane, to na pewno dają się zarytmetyzować. Ważkim argumentem za tym poglądem było wprowadzenie układu kartezjańskiego i stworzenia geometrii analitycznej. Pokazało się w ten sposób, że można geometrię uprawiać nie tylko w klasyczny, czysto przestrzenny sposób, lecz również w sposób analityczny — liczbowy. Z końcem jednak wieku XIX zrodziły się już wyraźnie nieliczbowe dyscypliny matematyczne. Nieliczbowe w tym przede wszystkim sensie, że liczby nie są ich zasadniczym przedmiotem i stanowią co najwyżej pomocniczą metodę badań. Mam tu na myśli teorię mnogości, topologię, logikę, współczesną algebrę, a nawet teorię funkcji rzeczywistych, która od niedawna zmieniała po cichu swą nazwę właśnie w związku z procesem przejścia na tematykę mniej liczbową; dawniej nazywała się teorią funkcji zmiennej rzeczywistej. Ostatnio powstała bardzo ważna dyscyplina o takim właśnie charakterze, matematyczna teoria gier, a przed nią nastąpił niebywały rozwój matematycznej teorii prawdopodobieństwa — związany — jak sądzę — głównie ze śmiałym forsowaniem jej nieliczbo-

wych pojęć. Dyscypliny te miały ogromny wpływ na myślenie matematyczne, a również poważny bezpośredni wpływ na rozszerzenie zastosowań matematyki. Wywrzeć mogą one istotny wpływ tam wszędzie, gdzie stan faktyczny wymagający matematyzacji nie daje się zartmetyzować, tzn. tam, gdzie zagadnienie nie daje się przekształcić w problemat czysto arytmetyczny (w bardzo szerokim rozumieniu).

Osobiście w powstaniu tych działów matematyki i w tych przemianach jej odwiecznych dyscyplin widziałbym przyczynę silnego wzrostu jej roli na świecie.

Przemiany, o których mówiłem, wywarły bardzo duży wpływ na pogląd dotyczący istoty matematyki. Okazało się bowiem, że nie pojęcie liczby wiąże matematykę w całość, ale pewna metoda rozumowań. Zrozumieli to dobrze ci pedagogzy i dydaktycy, którzy obstają przy uczeniu matematyki, nawet jeśli nie ma ona zastosowań praktycznych, wychodząc z założenia, że nauka jej jest znakomitym ćwiczeniem dla umysłu ucznia. Są oni na dobrej drodze, choć źle to sformułowali.

Jeśli się bowiem uczy matematyki nie w celu wbicia w głowę ucznia pewnych formuł, lecz tylko dla gimnastyki umysłu, to więcej w głowie zostaje matematyki, niż gdyby w niej tkwiły same formuły.

Stefan Drobot: Dzięki temu, a więc dzięki gimnastyce matematycznej, uczniowie mogli napisać do Zawieyskiego ów list...

Abraham Fessel: Dwa zagadnienia centralne stanowią temat dzisiejszej narady. Pierwsze, to sprawa skierowania twórczości matematycznej na drogę praktycznych zastosowań, i drugie, o którym mniej mówiono, mimo że było poruszone przez prof. Steinhaus, mianowicie sprawa nauczania matematyki w szkole średniej, i wiążące się z tym zagadnienie, które poruszył prof. Łoś, zagadnienie tzw. zaplecza matematycznego.

Jeśli chodzi o pierwszą sprawę, to wydaje mi się, że zagadnienia dróg twórczości umysłu ludzkiego są tak skomplikowane, że byłoby rzeczą niebezpieczną, gdyby się chciało tę sprawę uregulować w jakiś sposób administracyjny. Źródła zainteresowania jakimś kierunkiem badań są bardzo różnorodne i byłoby rzeczą trudną wytłumaczyć, dlaczego ten, kto zajmuje się algebrą abstrakcyjną, ma się zająć np. teorią równań różniczkowych. Sądzę, że nawet zaawansowani matematycy nie mogliby wyjaśnić, dlaczego obrali tę czy inną drogę. Trudno byłoby również określić czynniki obiektywne decydujące o potrzebie zaplanowania odpowiednich dziedzin badań matematycznych i wobec tego trudno byłoby w danym momencie jednemu człowiekowi czy nawet zespołowi ludzi ustalić, jakie badania matematyczne będą w bliższym czy dalszym czasie potrzebne. Tym bardziej, że niezwykle wysoki stopień abstrakcji pojęć matematycznych oraz metoda aksjomatyczna, przeważnie stosowana w teoriach matematycznych, sprawiają, że matematyka pracuje raczej „na zapas”. Z tych względów ciasno pojęte planowanie mogłoby przynieść więcej trwałych i niepowetowanych szkód niż przejściowych i drobnych korzyści.

Przypomina mi się zdanie Zygmunta Janiszewskiego o twórczości matematycznej: „Zajmuję się matematyką po to, żeby zobaczyć, jak daleko można dojść na drodze czystego rozumowania”. Nie ręczę za

ściśłości, ale taki był sens cytatu. Janiszewski nie był przecież idealistą w matematyce. Janiszewski uważał, że źródła wiedzy matematycznej leżą w doświadczeniu pojętym jak najszerzej, więc nie można go posadzić o formalizm czy konwencjonalizm, który szuka w matematyce tylko konsekwencji pewnych apriorycznych założeń. Na pewno rozumiał, że motywyem decydującym jest w rozwoju matematyki czynnik ekonomiczno-społeczny, ale widział również wpływ czynnika subiektywnego. Twórczość matematyczna może być w pewnych granicach regulowana, ale należy to robić pośrednio, przez zainteresowanie odpowiednimi kwestiami czy dziedzinami badań.

W sprawie organizacji nauczania matematyki w szkole średniej stwierdzam jako nauczyciel, więc znający te sprawy od źródła, że stawiane przez uczniów pytania dotyczące celowości takich czy innych twierdzeń matematycznych zjawiają się przeważnie w klasie ósmej, w związku z tzw. aksjomatycznym nauczaniem geometrii.

Uczeń klasy ósmej ma zbyt słabe przygotowanie do tego, by zrozumiał istotę teorii aksjomatyzowanej. Co więcej, ten sposób nauczania geometrii nie może nawet przyczynić się do rozwijania w młodzieży myślenia logicznego, bo sztuka dowodzenia w klasie ósmej polega przeważnie na tym, żeby uczeń nauczył się na pamięć, iż dla udowodnienia danego twierdzenia trzeba poprowadzić taką czy inną linię pomocniczą. Niektóre aksjomaty, które się na początku podaje, nie mają wyraźnego zastosowania przy dowodzeniu twierdzeń, a wielu innych, na które trzeba się powoływać przy dowodzeniu twierdzeń, nie podaje się.

Tzw. systematyczny kurs geometrii w klasie ósmej jest moim zdaniem jednym ze źródeł niskiego poziomu matematyki u nas. Na lekcjach geometrii, zamiast ćwiczyć umysły uczniów w różnych formach rozumowania matematycznego — a przecież rozumowanie w matematyce nie jest wyłącznie dedukcyjne — zamiast wdrażać w stosowanie różnych form rozumowania drogą rozwiązywania różnych zadań, szczególnie konstrukcyjnych, które mogą uczniów zainteresować, i przy których uczniowie nie stawiają pytań, do czego one są potrzebne, żąda się od uczniów, żeby uczyli się na pamięć dowodów twierdzeń, nie wnikając w ich istotę, nie rozumiejąc sensu twierdzeń i implikacji.

Mówiono w dyskusji o konieczności stworzenia zaplecza matematycznego, ale jak można stworzyć zaplecze, jeżeli poza zawodowymi matematykami nikt właściwie spośród ludzi o średnim czy nawet wyższym wykształceniu nie wie, na czym polega istota teorii sformalizowanej czy aksjomatycznej i jaki jest cel aksjomatyzacji teorii matematycznej?

Jak można szerzyć zrozumienie zagadnień matematycznych, jak można wywołać zainteresowanie kwestiami matematycznymi, jeżeli takie podstawowe pojęcia nie są dostatecznie znane?

Czy nie byłoby lepiej, żeby do pewnego czasu, powiedzmy do kl. X, uczyć geometrii tak, jak się uczy algebry, a więc bez sztucznej i połówicznej aksjomatyzacji? Czy nie lepiej do pewnego czasu zrezygnować z aksjomatycznego ujęcia geometrii, a dopiero w ostatnich dwóch klasach, zmierzamy przecież ku 12-latce, przy okazji powtarzanie i pogłębianie kursu matematyki zająć się sprawą związku między poszczególnymi twierdzeniami danej dziedziny i właśnie przez omawianie tych

związków, jakie istnieją między twierdzeniami oraz pomiędzy pojęciami — pokazać, jaka jest istotna rola aksjomatyzacji, a nawet i formalizacji, przeprowadzając pełną aksjomatyzację kilku niewielkich fragmentów z różnych działów matematyki, więc nie tylko geometrii? Można będzie wtedy poruszyć pewne sprawy natury filozoficznej, które mają wielkie znaczenie w rozwoju kultury narodu, można będzie poruszyć sprawy dotyczące teorii poznania, można będzie również logikę ująć w ten sposób, żeby nie ograniczać jej tylko do sylogistyki, ale pokazać pewne fragmenty logiki współczesnej. Nauka logiki połączona z matematyką i stosowana do niej będzie mogła stać się czynnikiem odgrywającym dużą rolę w rozwijaniu kultury logicznej, a nauka matematyki poprzedzona intuicyjnym opanowaniem pojęć i stwierdzeń i umiejętnością ich stosowania, a następnie pogłębiona i usystematyzowana za pomocą logiki, spełni lepiej swoje zadanie aniżeli dotychczas.

Roman Żelaźny: Wypowiem oczywiście swój własny sąd, a więc zapewne jednostronny. Szczęśliwie żyjemy już w takich czasach, kiedy wiadomo, że właśnie zbiór sądów jednostronnych pozwala na wyciągnięcie jakiejś rozsądnej opinii.

Ponieważ jestem fizykiem teoretykiem, więc będę bronił aplikacyjnej roli matematyki. Państwo pozwolą, że nawiążę do kilku poprzednich przemówień. Duże wrażenie zdaje się zrobiła na zebranych informacja, iż w Anglii istnieje pewna fabryka, w której kierownicze stanowiska zajmują ludzie z matematycznym wykształceniem. Doktorzy matematyki, jak się w skrócie mówiło. Później jeden z przedmówców stwierdził, iż w przemyśle w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat pojawiła się tendencja do zatrudniania kolejno (w czasie) doktorów chemii, doktorów fizyki, a w końcu i doktorów matematyki. Posługując się tą ekstrapolacją można by powiedzieć śmieiej, iż w końcu te stanowiska obsadzą doktorzy filozofii. Wydaje mi się, że iż ten etap szczęśliwie mamy w naszym kraju poza sobą. Dobrze wiemy, jakeśmy na tym wyszli. Mówiono tutaj również, iż uczniom proszącym o usunięcie matematyki ze szkół średnich, gdyż ich zdaniem nie jest ona nigdzie w życiu potrzebna, należałoby odpowiedzieć, iż wyrabia ona umysł młodego człowieka, kształci w umiejętności logicznego myślenia. Otóż dobrze wiadomo, iż gramatyka języka łacińskiego jest również doskonałym środkiem kształcącym umysł młodego człowieka. Można by zatem powiedzieć: wyrzucmy matematykę, a zastąpmy ją językiem łacińskim. Uczniowie też nauczą się myśleć. Wydaje mi się, iż niedorzeczność takiego rozwiązania jest oczywista.

Po tych dwóch obrazach chciałbym podać bardziej konstruktywny pogląd na te sprawy. Wydaje mi się, że dążąc do zastosowania matematyki u nas w kraju popełniono pewien błąd. Zaczęto próbować współpracy z przemysłem, z techniką, omijając współpracę z teorią odpowiednich dziedzin technicznych, z fizyką teoretyczną, z ludźmi, którzy matematykę znają i mogą mieć z matematykami wspólny język. Kontakt z praktyką nie może dać żadnych rezultatów. Nastawiona jest ona bowiem na przeszłość, na to co się kiedyś nauczyła, potrafi produkować jedynie rzeczy znane, a nam potrzeba wybitnych teoretyków, którzy będą zdolni wprowadzić rzeczy nowe...

Jest na Uniwersytecie Warszawskim jedyna bodaj w całym kraju sekcja zastosowań technicznych matematyki. Ten błąd, o którym wyżej

mówiliśmy, widać też na pracy tej sekcji. Studenci matematyki nie mają tu odpowiedniego przygotowania fizykalnego, gdyż ani pierwsza pracownia, ani wykład fizyki doświadczalnej nie zastąpi pełnego kursu fizyki teoretycznej. Jak ci ludzie i ich wykładowcy się męczą! Studenci nie znają często podstawowych rzeczy. Jak oni nawiążą współpracę z techniką?

A jednak gdzie indziej jest inaczej. W krzykliwych, jak zazwyczaj, czasopiśmie anglosaskich spotkać można na każdym kroku ogłoszenie skierowane do specjalistów. Poszukują fizyków, ogromnie często fizyków teoretyków. Cóż w nich się czyta? Obok wysokości zarobków itp. informacji przemawiających do wyobraźni człowieka, a więc i fizyka, często spotyka się i takie informacje: będziesz miał do współpracy sztab złożony z kilku matematyków i z takich to a takich maszyn matematycznych. Tak to wygląda gdzie indziej. A u nas brak ściślejszej współpracy fizyki z matematyką. Czyni się za to starania, by — mówiąc niezbyt ładnie — sięgnąć prawą ręką do lewego ucha, współpracować z przemysłem omijając kontakt z fizyką teoretyczną i innymi teoretycznymi gałęziami nauk technicznych.

Dał się tutaj u nas zauważyć zwyczaj cytowania znajomych. Wobec tego i ja powołałam się na naszego dalszego wspólnego znajomego: „mówię, bom smutny i sam pełen winy“. Wina bowiem nie leży zapewne jedynie po stronie matematyków. Nie o winę jednak chodzi, ale o to, by ten stan rzeczy zmienić.

Hugo Steinhauś: Gdy cytowałam uczniów żądających zniesienia lekcji matematyki w szkole, bo jest niepotrzebna, to nie dlatego, żeby żądać utrzymania, ulepszenia a może nawet rozszerzenia programu matematyki w szkole ogólnej. Przeciwnie, powołuję się tu na głos niewinnych dzieci, które mówią prawdę: że nie słyszały, żeby ktoś do czegokolwiek stosował matematykę — to wyznanie uważam za cenne. Sądzę nawet, że w pewnych warunkach należałoby skasować nauczanie matematyki.

Niektórzy spośród tu zebranych najwidoczniej z góry zakładają, że zmierzam do regulowania tematyki naukowej. Mylą się, bo wraz z nimi uważam je za niebezpieczne. „Teraz są potrzebne zastosowania, więc wszyscy mają się tym zajmować!“ — oto nonsens, z którego zrodziło się bardzo zabawne akcentowanie analizy klasycznej; nie widzę, żeby właśnie analiza klasyczna była narzędziem w tej chwili najpotrzebniejszym. Nie opieram się tu na żadnych teoriach. Do zwołania dzisiejszego zebrania zmusiły mnie takie fakty:

1° Nasi absolwenci, których udało się nam wcisnąć do fabryk, wszyscy albo wylecieli za drzwi z trzaskiem, albo zrezygnowali, nie chcąc pełnić funkcji buchalterów. Ci, których udało się nam wpakować do laboratoriów centralnych, jeszcze się trzymają. Z fabryk wyrzucono ich właśnie w myśl tezy listu uczniów do Zawieyskiego, „że nikt nie słyszał, jakoby matematyka była do czegokolwiek potrzebna“.

2° Z rozmów z przedstawicielami fundacji Rockefellera wywnioskowałam, że Amerykanie, gdybyśmy im pozwolili, zakupiliby naszych absolwentów i wywieźli do Stanów. Stać ich na to, ale my jesteśmy bogatsi od nich, bo oni są gotowi płacić za wszystko, co może się przy-

dać, a nas stać nie tylko na wykształcenie matematyków umiejących stosować swoją wiedzę w praktyce, ale nawet jeszcze na to, żeby z tej wiedzy nikt nie miał pożytku...

Normalny stan rzeczy streszcza się w tym, żeby matematyka teoretyczna dostarczała pomysłów matematyce aplikacyjnej, a ta znowu przetwarzająca je ku użytkowi praktycznemu. Otóż jesteśmy w anormalnej sytuacji, bo przewód łączący teorię z aplikacjami jest otwarty i płyną nim idee matematyczne, ale u nas w Polsce dnia dzisiejszego zamknięty jest przewód od aplikacji na papierze do realizacji praktycznej.

Włodzimierz Z o n n: Wydaje mi się, że kierunek dyskusji jest wręcz fałszywy; że zamiast rozważać sprawę roli matematyki w Polsce, należałoby spróbować udzielić odpowiedzi na inne pytanie: dlaczego tak się dzieje, że w Polsce matematyka nie ma takiego zastosowania w życiu, jakie mieć powinna i jakie ma zapewne w innych krajach?

Spróbuję to uzasadnić. Matematyka, tak jak zresztą i inne nauki o znaczeniu podstawowym, ma swoją wielowiekową tradycję i przeszła przez wiele prób życiowych w różnych krajach i różnych epokach. To, że uprawia się ją coraz szerzej i że ma coraz szersze zastosowania, dowodzi, że jest nauką w pełnym tego znaczeniu. Z czysto filozoficznego punktu widzenia dyskusja nad znaczeniem tej nauki byłaby niewątpliwie ciekawa i owocna; natomiast dyskusja nad jej przydatnością do życia jest czystą stratą czasu, jeśli oczywiście podchodzimy do tego od strony matematyki. Jeśli istotnie gdzieś kiedyś matematyka nie będzie miała zastosowania w życiu, świadczyć to będzie o tym, że „życie“ przestało być życiem w pełnym tego słowa znaczeniu. Zbyt wiele obserwacji i zbyt wiele danych wskazuje na to, że separacja życia i nauki bardziej zubaża życie niż naukę; i że ta separacja była najczęściej wynikiem gwałtu zadawanego życiu przez tendencje niektórych doktryn filozoficznych.

Dziś, zwłaszcza u nas, wpływ tych tendencji dawno już ustał. Jeśli więc z jakiegokolwiek powodu życie nasze wykazuje tendencję do oddalenia się od nauki lub do zrywania z nią, tym gorzej dla życia. Bo czymże stanie się życie bez nauki i sztuki? Wydaje mi się, że życiem być przestanie. Chyba, że zastąpimy te elementy siłami nadprzyrodzonymi i zabobonami, jak to robią dzicy ludzie... Ale to stanie się nie za sprawą matematyków lub literatów; raczej wbrew nim.

Dlatego, moim zdaniem nie wolno zapytywać uczonych, dlaczego tak się dzieje, że ich nauka nie ma zastosowania w życiu. Matematyk, tak jak astronom lub kompozytor, odkrywa prawdy właściwe jego kierunkowi pracy i myślenia. Można dyskutować nad tym, czy te prawdy są prawdziwe czy fałszywe, czy sposób dowodzenia tych prawd jest dobry czy zły; jaki jest stosunek tych prawd do prawd odkrywanych przez inne nauki. Nie wolno go jednak zapytać, dlaczego jego prawdy nie mają zastosowania w życiu? Bo w najlepszym wypadku uczony odpowie, że prawdopodobnie to życie nie potrzebuje prawd. Zatem chyba na świecie żyje się nie prawdą, ale czymś innym.

Cały bezsens tej fikcyjnej rozmowy wynika z tego, że zupełnie określönemu rodzajowi działalności ludzkiej — nauce — przeciwstawia się

coś, co właściwie nie ma określonego znaczenia. Przeciwstawia się „życie“, które każdy rozumie inaczej...

I biedą w Polsce jest oczywiście nie to, że mamy wyjątkowo żywą i zdolną matematykę abstrakcyjną (którą nota bene stosują za granicą, o czym będę mówił za chwilę), lecz że nasza kultura matematyczna stoi na niesłychanie niskim poziomie i dlatego stworzył się ów zawrotny dystans między nauką a życiem.

Jakież dowody mamy na to? Wskażę najbardziej rzucające się w oczy. Politycy i pisarze mylą pojęcie „liczba“ i „cyfra“. Brak elementarnych wiadomości z matematyki lub nauk ścisłych wcale nie wzbudza najmniejszego potępienia w sferach najkulturalniejszych, które jednocześnie z pogardą się odniosą do człowieka myślącego na przykład Batorego z Zygmuntem Starym. Tu podpisanemu zdarzyło się, że pewien redaktor w jego audycji popularnonaukowej odkrycie względności czasu przypisał Galileuszowi, zamiast Einsteinowi. I nic się nie stało. Ów redaktor dalej działa na terenie popularyzacji...

Wskazałem rzeczy najbardziej powierzchowne, ponieważ z wielu powodów nie stać mnie na zagłębianie się w jakże trudne i bolesne sprawy niskiego poziomu kultury matematycznej w naszym społeczeństwie.

W państwach kapitalistycznych istnieje dość niemoralna zasada moim zdaniem opłacalności wszystkiego, co się robi. Dlatego te kraje mogą być dobrym kryterium nie tyle stosowności nauki, ile jej opłacalności. Każdy Holender czy Szwed wie, ile przynosi zysku uśmiech subiekta sklepowego, ile rocznego dochodu daje uprzejmość, dobroć, ofiarność i bohaterstwo. Jeśli zatem fabryki opłacają uczonych, znaczy to, że nauka nie tylko będzie stosowana, lecz że się z pewnością opłaci. Otóż w pewnej szkole architektów w Niemczech wprowadzono niedawno geometrię wyższą i topologię: to co u nas uważa się za najbardziej abstrakcyjne i niestosowne w życiu działy matematyki. Czyż ten fakt nie jest najlepszym dowodem, że nawet te działy matematyki są opłacalne?

Nie rozumiemy jednak słowa „opłacalność“ w sensie takim, jak je rozumie wielu w Polsce; że powinna dać ogromne zyski w ciągu najkrótszego czasu. Prawdopodobnie dlatego w Polsce te działy matematyki uważa się za „nieżyciowe“ i „niestosowne“ w przeciwieństwie do statystyki i klasycznej matematyki, które też w Polsce nie są bynajmniej szeroko stosowane. I dlatego ogranicza się za wszelką cenę liczbę młodzieży pragnącej studiować matematykę, twierdząc, że w naszym zafanym kraju mamy niesłychaną nadprodukcję inteligencji...

Hugo Steinhilber: Wydaje mi się, że profesor Zonn utrafił w sedno, gdy w swoim poprzednim przemówieniu zauważył, że nie należy tu trochę się o to czy matematyka jest w porządku, ale o to, czy reszta świata („zbiór dopełniczy“) jest w porządku! Nie chcę stwarzać jakiegś kasty „matematyków stosowanych“. Jeżeli ktoś jest matematykiem, a nie jest ślepy na rzeczywistość, to może matematykę stosować — do tego wcale on nie musi być sam „stosowany“. Nie jest też prawdą, że matematykę można stosować tylko tam, gdzie jest rozwinięta technika w przemyśle... Tak np. nie jest potrzebny wysoki stan techniki do tego, żeby dyrektor fabryki zrozumiał, iż błędne jest obliczanie wydajności produkcji ze średniego czasu potrzebnego do produkcji jednej

sztuki (tak się u nas w regule ją oblicza) i żeby uwierzył matematykowi, gdy mu mówi, że ten sposób *z a w s z e* daje wydajność niższą od rzeczywistej; natomiast potrzebne jest, żeby ów dyrektor mógł sobie wyobrazić, iż istnieją rzeczy, których on nie rozumie i istnieją ludzie, którzy te rzeczy rozumieją... Prof. Chałasiński dopatruje się w antynaukowym nastawieniu półinteligentów zasadniczego, socjologicznego zjawiska, które uniemożliwia wyzyskanie nauki polskiej w polskiej praktyce.

Jerzy Łoś: Dyskusja, która się rozwinęła sprawia na mnie przykre wrażenie, jest to narzekanie kupca, który wybrał się między Hotentotów sprzedawać im nylonowe torebki. Ci nie chcą kupować, a on biada i nie wie, czy poprawić gatunek swojego towaru, czy wzmóc reklamę. Wydaje się że sytuacja, która się tu wytworzyła, podobnie się przedstawia i nie wydaje mi się to szczęśliwe.

Jeżeli chodzi o to, żeby matematyka działała na przemysł, na produkcję, na handel, na życie ekonomiczne, to matematycy niewiele tu poradzą i na nic będą wszystkie kursy, które Instytut Matematyczny robi dla techników, na nic zapraszanie inżynierów na konferencje. W każdym razie nie na wiele. Istota rzeczy leży w przemyśle, ogólnej gospodarce narodowej. Chcąc znaleźć szerokie zastosowanie dla matematyki, trzeba podnosić poziom naszej gospodarki, a wtedy automatycznie matematyka znajdzie dla siebie pole działania. My matematycy tego nie zrobimy, bo my zajmujemy się tylko matematyką i oczywiście to jest naszym głównym zadaniem. Zajmujemy się nią zaś — jak się wydaje — nieźle — mniemając, że jest ona potrzebna i spełnia pewną rolę społeczną. Nie widzę zupełnie w tej dyskusji podkreślenia tej roli matematyki, którą ona istotnie spełnia.

Byłem zdziwiony tym, co powiedział profesor Steinhaus, że w Ameryce dają pieniądze na matematykę, ale pytają do czego to służy, podczas gdy my dajemy pieniądze i nie chcemy, żeby to czemukolwiek służyło. Wydaje mi się, że w Ameryce nie dają pieniędzy tylko na chwilowe tematy służące celom praktycznym.

Hugo Steinhaus: Dają właśnie na logikę. Chodzi o prace, przy których autor nie myślał, że mają znaczenie praktyczne i przy których dający pieniądze również o tym nie myślał. A później jest kontrakt z armią czy marynarką. Amerykanie widzą, że są potrzebne podstawowe badania, a ponieważ tam nie ma PAN-u który miałby fundusze, a są ogromne fundusze na przykład na armię, to mówi się: macie tyle pieniędzy, że możecie dać na to i na tamto.

Jerzy Łoś: Sądę, że finansowanie nauki przy założeniu krótko-terminowych celów jest nie tylko fatalne, ale wprost zabija naukę. Można co prawda uzyskać tą drogą pewne bezpośrednie efekty ekonomiczne, ale nic poza tym, gdyż rola nauki jest inna i rola matematyki też jest inna. Profesor Steinhaus narysował nam taki schemat połączeń między teorią i praktyką. Sądę, że łańcuch połączeń między teorią a praktyką jest w przypadku matematyki znacznie dłuższy. W samej matematyce istnieją długie łańcuchy od jednego z jej działów do drugiego, a są również problematy, które się rodzą wewnątrz matematyki i nie wychodzą poza nią. Takie zagadnienia nie tylko warto popierać, ale musi się je popierać.

Nie są one związane z praktyką, ale są związane z matematyką jako nauką i o tym nie można zapominać.

Jest rzeczą istotną, że żadna nauka nie jest tylko teorią praktycznej działalności w pewnej dziedzinie. Taka teoria praktycznej działalności nie jest jeszcze nauką, jest co najwyżej techniką. Te działy myśli ludzkiej są naukami, w których ze spiętrzenia problemów wyrosła całość domagająca się od umysłu ludzkiego wyjaśnienia i uzupełnienia li-tylko dla harmonii swej struktury wewnętrznej. Taka jest matematyka. Jest to niesłuchanie ważne, bo dopiero ten nurt wewnętrzny matematyki działała na krańcach tej nauki na zastosowania i tworzy postęp. Dlatego też nie można iść w kierunku popierania zastosowań bez popierania tego nurtu wewnętrznego, bo wtedy wszystko się rwie.

Hugo Steinhaus: U nas popiera się nurt zasadniczy, a i tak się rwie.

Jerzy Łoś: Jeśli my bierzemy pieniądze za uprawianie naszej nauki, to bierzemy je słusznie i nie za dużo. Nauka w Polsce jest opłacana nisko i wydaje się, że nie jest możliwy szybki rozwój społeczeństwa, które tak mało daje środków finansowych na swoją naukę. Zbyt wiele się patrzy na zastosowania praktyczne. Mamy przykłady z ostatnich lat, w ciągu których niby popierało się zastosowania, ale zastosowań nie było i nikt nawet nie wierzył, żeby te metody mogły istotnie wzmóc zastosowania. Nie od rzeczy będzie tu przypomnieć tę anegdotkę, według której program nauki polskiej na tym polega, że filozof ma się zajmować logiką, logik — matematyką, matematyk — fizyką teoretyczną, fizyk teoretyczny — fizyką doświadczalną, fizyk doświadczalny — techniką, technik — ekonomią, zaś ekonomista — oczywiście filozofią.

Sądzę, że naszym zadaniem jest utrzymanie zasadniczego nurtu matematycznego. To, że nie znajduje on w tej chwili wszechstronnych zastosowań, jakbyśmy pragnęli, to nie jest wina matematyki — nie znajdziemy na to recepty. Technika musi dorosnąć, a wtedy zażąda pomocy od matematyki. Wtedy musimy być gotowi. Nie twierdzę, że dla przyspieszenia tego stanu rzeczy nic nawet w małym procencie nie możemy zrobić, ale zasadnicze zmiany muszą przyjść nie w samej matematyce, lecz gdzie indziej.

Gdy mowa o sprawie ogólnej kultury matematycznej, która tu była poruszona, to choć jest ona ogromnie ważna, nie sądzę, by była naprawdę istotnie związana z zastosowaniami matematyki i jej wpływem na życie gospodarcze. Pozwolę sobie przypomnieć tę książkę, o której była już mowa *Ludzie we mgle*. Jest tam opisana taka sytuacja: Przychodzi bussinesman do fizyka i powiada: „Ja się na tym nie znam, a pan ma głowę, więc pan będzie różne rzeczy wymyślał, a ja panu zapłacę”. — Nie wiem, czy ten bussinesman potrafiłby zliczyć tych 13 samolotów, o których mówił prof. Warmus, ale wiedział, że opłaci mu się tego człowieka z głową zatrudnić. Miał potrzebę i miał na to środki finansowe.

Tu nie chodzi o szkołę średnią i nie o umiejętność rachowania. Chodzi o to, żeby się ludzie na różnych stanowiskach kierowniczych przekonali, że im matematyka jest potrzebna. My ich o tym nie przekonamy w dyskusji, metodą łagodnej perswazji. Nic ich nie przekona, jeśli nie będą mieli urządzeń, których postęp techniczny stanowić będzie problematy nierozwiązalną bez pomocy matematyki. Jak się tu dowiedzieliś-

my, nasze planowanie zmieniło się już na tyle, że już liczy się z kosztami. Sądę, że już to samo sprowadzi konieczność wykorzystania przy planowaniu pewnych teorii matematycznych. Niech to będzie przykładem na wzrost roli matematyki wraz z podnoszeniem się poziomu organizacyjnego gospodarki. Gdy przemysł dorośnie na skutek takiego planowania do tego poziomu, w którym będzie potrzebował matematyki, to będą stosowania. W tej chwili pozostaje nam chyba akcja uświadamiająca.

Maria L u t m a n o w a - K o k o s z y ń s k a: Chciałabym dorzucić parę uwag o przyczynach, które powodują, że w opinii publicznej w Polsce panuje niezrozumienie tego, czym jest matematyka i do czego może się przydać. Częściową winę ponoszą tu, jak sądzę, sami matematycy, którzy nieraz wypowiadają o swej dyscyplinie uwagi mogące w osobach, bliżej sprawy nie znających, wywołać błędne przekonania.

Mam tu na myśli takie powiedzenie jak „w matematyce nigdy nie wiadomo, co się mówi i o czym się mówi“ lub „prawda jest dla matematyki sprawą obojętną“.

Poglądy takie wydają mi się głęboko niesłuszne i chciałabym się im sprzeciwić. Zacznę od sformułowania drugiego.

Przypuśćmy, że sformalizowaliśmy system aksjomatyczny tak, jak tego chce Hilbert (Zob. Hilbert i Bernays, *Grundlagen der Mathematik*, I). Odmówiliśmy więc sensu terminom specyficznym danej dyscypliny, przeobrażając je w zmienne np. P , Q , R . Zostawiliśmy jednak sens terminom logicznym, tak że aksjomaty przeszły w pewne funkcje zdaniowe typu logicznego, np. $A(P, Q, R)$. Dowodząc twierdzeń danej dyscypliny matematycznej wyprowadzamy z tych funkcji pewne inne, które można by ogólnie przedstawić przy pomocy schemachu: $T(P, Q, R)$. Otóż kiedy takie dowodzenie będzie poprawne? Jedynie wówczas, gdy twierdzenie $(P)(Q)(R)[A(P, Q, R) \rightarrow T(P, Q, R)]$ będzie prawdziwe. Jeśli więc nawet zgodzimy się, że dla porówności wywodów nie musimy nic wiedzieć o prawdziwości poprzednika ani następnika występującego w tym twierdzeniu okresu formalnego, to jednak uznać trzeba, że musimy wiedzieć wówczas, że ten cały okres formalny jest prawdziwy dla wszystkich podstawień za zmienne. W ten sposób okazuje się, iż nawet w tym, dla naszej tezy bardzo „złym“ przypadku, sprawa prawdziwości nie jest dla matematyki rzeczą obojętną.

Sytuację możemy jeszcze pogorszyć, stosując zamiast omawianej półformalizacji formalizację całkowitą (uzmienniamy też terminy logiczne). Dowody uznamy wówczas jedynie za poprawne, gdy znajdzie się dla terminów logicznych taka interpretacja, przy której okresy formalne wyżej przytoczonego typu będą prawdziwe dla wszystkich podstawień za zmienne. A więc i w tym skrajnym przypadku prawdy nie możemy uważać za sprawę dla matematyki obojętną. (Gdyby brak było takiej interpretacji, to zaczęlibyśmy mówić zapewne o zabawie w przekształcanie arabesków, a przestilibyśmy mówić o nauce).

Przejdźmy teraz do sformułowania pierwszego, tj. do tezy, że w matematyce nie wiadomo, co się mówi i o czym się mówi. Przy formalizacji pierwszego typu jest rzeczą jasną, iż mówi się o wszystkim, co składa się na zakres zmienności zmiennych P , Q , R . Co zaś się mówi? Właśnie to, że jeśli jakieś przedmioty z tych zakresów spełniają funkcje zdaniowe A , to spełniają też funkcje zdaniowe T . Mówi się o całych „uniwersach“ da-

nych kategorii, o wszystkich przedmiotach danego typu na świecie. Każdy układ takich przedmiotów, który — spełniając aksjomaty — spełnia też wszystkie twierdzenia danego systemu aksjomatycznego, tworzy oczywiście model tego systemu. O tych modelach też się tu mówi.

Przy całkowitej formalizacji mogą być różne „poprawne” interpretacje terminów logicznych. Przy każdej z nich będzie mowa o przedmiotach należących do zakresów zmienności odpowiednich zmiennych. Będzie wiadomo, co się mówi i o czym się mówi.

Przytoczony poprzednio formalny okres warunkowy jest jednak formułą logiczną. Otóż można mieć wątpliwości, czy formuły logiczne bywają prawdziwe. Niektórzy uważają je jedynie za analityczne (podyktowane umowami słownymi) lub nieanalityczne. Wcale nie jest jednak rzeczą przesądzoną, czy formuły logiczne uznane są analityczne (w sprawie charakteru tez logiki (zob. Ajdukiewicz *Logika a doświadczenie* „Przegl. Fil.” 43), gdyby zaś nawet były analityczne, nie przeszkadzałoby to — jak sądzę — ich prawdziwości rozumianej w sposób klasyczny (w myśl którego „ p ” jest zdaniem prawdziwym wtedy i tylko wtedy, gdy p).

Na zakończenie chciałabym zacytować jedno zdanie ze wspomnianych już wyżej *Grundlagen der Mathematik*. Oto one: „Auch die formale Axiomatik bedarf... jedenfalls gewisser Evidenzen, aber mit dem wesentlichen Unterschied (w stosunku do aksjomatyki treściwej), dass diese Art von Evidenz nicht auf einer besondern Erkenntnisbeziehung zu dem jeweiligen Sachgebiet beruht, vielmehr für jedwede Axiomatik ein und dieselbe ist, nämlich diese primitive Erkenntnisweise, welche die Vorbedingung für jede exakte theoretische Forschung überhaupt bildet. (l. c. I, 1934, str. 2). W zdaniu tym widzę potwierdzenie tez, których próbowałam tu bronić.

Wincenty Styrś: Wybierając się na dzisiejsze seminarium nie spodziewałem się, że będę na nim przemawiał. Ośmieliło mnie do zabrania głosu to, że dyskusja staje się coraz bardziej ekonomiczna. Z radością myślę o tym, że matematycy zaczynają się interesować ekonomią.

Twierdzono tu, że dlatego matematyka nie odgrywa u nas tej roli, jaką powinna, że kraj nasz jest „hotentocki”, że nie można w nim sprzedawać nylonowych torebek, które matematycy wyprodukowali, że jeżeli uda się wcisnąć do przedsiębiorstwa matematyka, to albo on sam z niego ucieka, albo zostaje zwolniony. Muszę powiedzieć, że matematycy nie stanowią wyjątku. Przedsiębiorstwa przemysłowe nie kwapią się także do zatrudniania ekonomistów. Istnieje niedaleko od Wrocławia wielki kombinat chemiczny, który ma 200 stanowisk służbowych dla ekonomistów. Pracuje na nich zaledwie 20 absolwentów wyższych szkół ekonomicznych, zaś pozostali mają albo inny rodzaj wykształcenia, albo też są ekonomistami z awansu społecznego.

Mówił tu prof. Kott, że gdy się buduje tamę, by powstrzymać gromyzący wylew, to nie ma czasu na dobieranie właściwych ludzi na właściwe miejsca, ale teraz są już zmiany na lepsze i ekonomia zaczyna wracać do właściwej roli. Jest to bardzo pocieszające, gdyż jeśli chcemy, by nasz kraj przestał być „hotentockim”, to trzeba go podnieść na wyższy poziom ekonomiczny. W tym celu trzeba nam więcej pełnowartościowych

ekonomistów niż ich obecnie mamy. Profesor lwowskiego Uniwersytetu Franciszek Bujałk napisał przed laty rozprawę pt. *Ile kraj nasz traci wskutek niedostatecznego uprawiania wiedzy ekonomicznej?* Nie obliczał on tego dokładnie w milionach i tysiącach złotych, lecz wykazywał, że straty z tego powodu są ogromne. I dziś są one niemałe, gdyż decyzje w sprawach gospodarczych należą do ludzi, którzy nie są do tego odpowiednio przygotowani. Otóż zdaje mi się, że kiedy jest mowa o roli matematyki, kiedy matematycy twierdzą, że muszą nauczyć matematyki rolników i ludzi zatrudnionych w przemyśle a zwłaszcza dyrektorów przedsiębiorstw, chcę powiedzieć, że przede wszystkim powinni zainteresować się ekonomią. Gdy prof. Steinhaus narysował na tablicy swój diagram ilustrujący, jak wiedza matematyczna przepływa ze zbiornika teorii do zbiornika zastosowań a stamtąd do praktyki i gdy zaznaczał, że przejście od zastosowań do praktyki jest u nas zamknięte, pomyślałem, że zbiornik z zastosowaniami pęknie kiedyś pod nadmiarem teorii i mądrość matematyczna rozleje się zeń na wszystkie strony, docierając i wreszcie do ekonomii, która z tego odniesie wielką korzyść.

Chcę podkreślić, że w krajach, które są nam stawiane za przykład postępu ekonomicznego, wysokiej stopy życiowej i obfitości środków finansowych na naukę, ekonomia jest najbardziej przesiąknięta matematyką. W Anglii dwa nazwiska w ekonomii politycznej są najgłośniejsze w XX wieku a mianowicie: Alfred Marshall i John Maynard Keynes. Obaj ci uczeni, nim zaczęli zajmować się ekonomią, byli matematykami. Byłoby pożądane, by i u nas tego rodzaju fakty się zdarzały, zwłaszcza we wrocławskim ośrodku studiów matematycznych, tak pięknie rozwiniętym i mającym mocny dział zastosowań matematyki.

W tej chwili w całej Polsce istnieje po stronie ekonomistów żywe pragnienie, by współpracę z matematykami nawiązać i jak najbardziej rozwinąć. Jest rzeczą niewątpliwą, że nie może być dobrego planowania ekonomicznego, jeśli nie będzie ono oparte na ekonometrii. Zgadza się co do tego nie tylko niedobitkowie dawnej ekonomii zwanej przez niektórych „burżuazyjną“, lecz także najbardziej bojowi ekonomiści marksistowscy. Współpraca matematyków z ekonomistami jest więc możliwa i przez tych ostatnich będzie z pewnością jak najżywczej przyjęta.

Bronisław Knaster: Czytałem kiedyś wywiad z angielskim ekonomistą Keynesem, w którym było pytanie zwrócone do niego jako profesora ekonomii. Odpowiedział, że profesor ekonomii to jest taki człowiek, którego wszyscy politycy się radzą, ale nikt go nie słucha.

Mówię o tym, bo takie rozwiązanie zagadnienia nie wystarcza. Jeśli dojdziemy do tego, że ekonomiści będą się matematyków radzili, to jeszcze z tego wcale nie wynika, że będą słuchali ich rad.

Hugo Steinhaus: Panie profesorze i ja poprę Pana. Otóż mamy w Polsce obecnie wybitnych ekonomistów. Mógłbym co najmniej dwa nazwiska wymienić. Jeden i drugi ma swoje nazwisko na świecie, a w tej chwili Polska znajduje się w stadium krytycznym. Tych właśnie ekonomistów rząd się radzi. Wydawałoby się, że ci ludzie są niestychanie zapracowani. Tymczasem jeden z nich, który jest wykształcony matematycznie, przesyła mi już drugi raz rozprawę o stosowaniu matematyki, ponieważ uważa, że nie ma innego sposobu miłego spędzenia wolnego

czasu w tym kraju, jak tylko pisanie rozpraw matematycznych. To jest bardzo charakterystyczne. Jest ekonomistą, umie matematykę i ma czas.

Julian Perkal: Na wszystko i wszystkich dookoła składamy dziś winę za to, że nie stosują matematyki do życia gospodarczego i naukowego w dostatecznej mierze. Chcę zwrócić uwagę na to, że i my matematycy nie jesteśmy bez winy. Chcę uzasadnić twierdzenie, że źle uczymy matematyki. Traktujemy matematykę jako gimnastykę umysłową, ale chcemy ją uważać za poważny przedmiot zupełnie inny niż gimnastyka fizyczna, gra w szachy czy rozrywki umysłowe. Traktujemy matematykę jako rzecz piękną, jak bez mała sztukę, ale nie chcemy jej traktować jak rysunki czy śpiew. Tą sztuką chcemy uszczęśliwiać naszych uczniów głęboko i przymusowo. Natomiast nie traktujemy matematyki jako zbioru metod i wiadomości ułatwiających życie, pomagających w rozwikłaniu rozmaitych trudności i zadań spotykanych w praktyce zawodowej i życiowej. A przecież można tak traktować matematykę, to jest najprostsza droga do zainteresowania ucznia matematyką. Przy sposobności można wspaniale gimnastykować umysł i pokazywać piękno matematycznych rozumowań.

Można i należy stosować matematykę zarówno elementarną, jak i najwyższą, a zarzut niedostatecznego stosowania dotyczy matematyki na każdym poziomie. Awersję do czterech działań możemy obserwować w sklepach, gdy kupujący chowa wydaną resztę do kieszeni bez liczenia. Woli on ponieść ryzyko straty, niż wysilić się na rachunek. Szkoda, że nauczyciel matematyki nie zwrócił mu w swoim czasie uwagi na to, że takie postępowanie może być poprawne i matematycznie uzasadnione. Matematyki potrzebuje i szewc wykrawiając zółwki z arkusza skóry pozostawiając więcej czy mniej odpadków, i szklarz, który stanowczo zbyt długo oblicza należność za szybę. Szewc nie wie nawet, że matematyk może mu opracować prostą regułę zapewniającą minimum odpadków. Szklarz nie wie, że matematyk może mu dać prosty przyrząd, na którym po przyłożeniu szybę odczyta należność.

Często uczony, np. przyrodnik, nie zdaje sobie sprawy z tego, że w jego badaniach interweniuje matematyka, i że może mu ona znacznie pomóc, oszczędzić trudu, wyprowadzić z błędu. Tak na przykład niedawno jeden z poważnych uczonych odkrył empirycznie prawo $(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$ i zastanawiał się nad tym, czy odkryta prawidłowość ma charakter przyrodniczy, czy matematyczny.

Dlaczego tak jest? Większość ludzi ze średnim wykształceniem na pewno twierdzi, że co najmniej 90% wiadomości matematycznych nabytych w szkole do niczego się nie przydaje. Jeszcze gorzej sądzą o swych matematycznych wiadomościach inżynierowie. Bardzo nieliczni z nich spotykają w praktyce pochodną czy całkę. Ale zdarza się, że taki inżynier czy przyrodnik przychodzi do grupy zastosowań z zagadnieniem wymagającym bardzo elementarnych wiadomości i umiejętności matematycznych. Jeśli jest dość inteligentny, zdaje sobie sprawę z tego, że właściwie powinien sam sobie poradzić, że jego teoretyczne wiadomości powinny wystarczyć. Na usprawiedliwienie powiada, że jest laikiem w matematyce, że brak mu wszelkiej zdolności do tego przedmiotu itd. Nie w tym leży przyczyna. Przyczyna jest taka, że są dwie matematyki.

Jedna — szkolna, do nauki, a druga — życiowa, do stosowania. Zbyt mało wysiłku poświęcamy temu, żeby pokazać, że jest to jedna i ta sama matematyka. Podejrzewam, że wiele dzieci znających 4 działania uczy się od mamusi rachunków potrzebnych przy kupnie w sklepie. To są inne, życiowe rachunki, a w szkole nie pokazuje się dostatecznie, że to właśnie te same rachunki.

Piękna jest abstrakcja, ale dla ludzi mających matematyczne zdolności. Natomiast dla innych owa abstrakcja jest właśnie najpoważniejszą przeszkodą w stosowaniu matematyki. Słowo abstrakcja nabrało niewłaściwego sensu w języku potocznym, a matematykę podaje się jako przykład owej abstrakcyjnej (czytaj nieprzydatnej) nauki. Uważam, że powinno się przy nauczaniu jak najbardziej konkretyzować matematykę, przedstawiać ją na życiowych i zawodowych przykładach, a pojęcie abstrakcji matematycznej dokładnie opisać i oddzielić od pojęcia abstrakcji w języku potocznym. Takie nauczanie matematyki musi być dokładnie dostosowane do ucznia. Każdemu trzeba matematykę i jej zastosowania pokazywać na interesujących go zagadnieniach. Muzykowi trzeba podawać przykłady z muzyki, a można to zrobić i przy liczeniu do czterech (takt) i przy teorii przybliżeń (gama Mikusińskiego). Rolnikowi trzeba podawać inny materiał i na innych przykładach. Słowem, należy uprawiać tzw. matematykę adresowaną: matematykę dla kupujących w sklepach uspołecznionych, geometrię dla szewców i teorię hiperboli dla szklarzy. Ktoś musi powiązać matematykę z konkretną inną nauką czy zawodem, ktoś musi nauczyć konkretnego stosowania matematyki, a lepiej, żeby to zrobił za jednym zamachem matematyk niż druga strona (niektórzy profesorowie politechniki wykładają równania różniczkowe na swoich kursach właściwych przedmiotów technicznych, rezygnując z pomocy, jaką winien im profesor matematyki).

Jeśli ludziom będzie się przydawała znana im matematyka, to będą rozumieli, że dalsze, nieznanne im wiadomości matematyczne też mogą być praktycznie przydatne. Wówczas i inżynier i uczony i polityk, jeśli napatka trudne zagadnienie, poszuka czasem rady u matematyka. Na razie mało kto wie o sile matematyki. Pomysł, żeby w kwestii np. lingwistycznej zwrócić się do matematyka, wydaje się na ogół równie niedorzeczny, jak żeby zwrócić się z tym zagadnieniem do gimnastyka. Dlatego podziwiać należy tych wszystkich niematematyków, którzy współpracują z nami. Profesor Steinhaus powiedział, że jesteśmy bogatym narodem, gdyż mamy duże rezerwy: koleje niezelektryfikowane i życie niezmatematyzowane. Wiadomo, że technika i przemysł w niektórych krajach daleko obficiej posługują się matematyką. Mimo to przypuszczam, że nie tylko Polacy, lecz cała ludzkość długo jeszcze będzie miała tę drugą rezerwę. I boję się, że gdy ją stracimy, ludzkość będzie biedniejsza, życie mniej pełne.

Hugo Steinhaus: Znowu muszę opowiedzieć anegdotę po to, żeby państwo nie zasnęli. Nie będę wymieniał nazwisk. Mianowicie w Warszawie znam pewnego urzędnika Ministerstwa Kolei. Znam go, bo pochodzi z tego samego małego miasteczka, co ja. Pracuje on w biurze statystycznym Ministerstwa Kolei. Rozmawiałem z nim i okazało się, że on nie wie wcale, co to jest statystyka, ale ma żonę, która jest doktorem matematyki.

Jest bardzo dobrą matematyczką. Odległość między matematyką czystą a stosowaną jest, jak się państwo domyślają, bardzo bliska. Ale powiedziałem mu, że może się dowiedzieć od żony, co jest potrzebne do jego statystyki, a jej powiedziałem, że może się dowiedzieć od swojego męża, do czego może się przydać jej matematyka.

Muszę powiedzieć, że ciągłe spełnianie tej roli w Polsce już mnie znierpliwiło. Wszystko jedno, czy jest to sprawa matematyki, czy nie; jeśli to seminarium nazywa się „Rola matematyki“, to nie znaczy, że tylko matematycy mają o tym mówić. Wszystko jedno, jak się ta choroba nazywa, chodzi o to, co z nią zrobić.

Stefan D r o b o t: Ja chcę wrócić do tytułu „Rola matematyki“. Dyskusja pokazała, że jeżeli się nie powie rola matematyki w... to jest to sformułowane dość niejasno.

Mówiło się tu o roli matematyki w Polsce, w życiu, w Stanach Zjednoczonych, w ekonomii, wśród innych nauk itd. Ja chcę się ograniczyć jeszcze raz nie do tego, jaka jest rola matematyki w Polsce, że ona jest zła, że różne są bolączki, o tym nie chcę mówić, bo to zdaje się są sprawy związane nie z samą matematyką. Ja czuję się oburzony, jeśli ktoś mówi: „Pan, jako matematyk“. My jesteśmy ludźmi i mamy prawo mówić o wszystkim. Dla mnie to jest praktyczne, polityczne zagadnienie. Proszę do mnie mówić: „pan jako polityk“.

Jadwiga K r a w i e c k a: Ja nie jestem matematyczką i proszę mi darować, jeżeli powiem głupstwa. Wszyscy zgadzają się, że matematyka może być stosowana i uznana tam, gdzie jest wysoka kultura matematyczna. To wiąże się nie tyle z poziomem nauczycieli, ile z programem nauczania. Nie orientuję się dokładnie, czego się uczy w której klasie, ale pamiętam czego mnie uczono w szkole średniej. Tej matematyki, której mnie nauczono w szkole średniej, nie potrafiłabym zastosować nigdzie. Jeśli nie pokażemy matematyki, którą można by najłatwiej stosować, jeśli nie pokażemy rachunku różniczkowego, to nic dziwnego, że ludzie nie dowiedzą się, że pewne działy matematyki istnieją, że istnieje trygonometria, której w przedsiębiorstwie czy ekonomie nie zastosują.

Mnie się wydaje, że istotne jest jak najszersze propagowanie tych gałęzi matematyki, które ludziom otworzą okno na świat, bo oni tych rzeczy nie znają.

Hugo S t e i n h a u s: Nie zgadzam się z tym, co pani powiedziała. Nie możemy nikogo uczyć matematyki stosowanej, bo ona w każdej chwili jest inna. Tego nie możemy uczyć w szkołach i nie wiem, czy to potrzebne. My musimy uczyć tego, że matematyka jest stosowalna. Co innego jest uczyć tego, a co innego jest uczyć matematyki stosowanej.

W Stanach Zjednoczonych wykształcenie matematyczne w szkołach średnich jest niższe. Tam w college można wybrać np. 4 przedmioty: łacinę, geografie, gastronomię i lekkoatletykę i to są ekwiwalentne przedmioty, za które dostaje się punkty.

Kiedy byłem w New Yorku i chodziłem ulicami i patrzyłem na drapacze chmur, to nie imponowała mi wysokość tych gmachów. Imponowała mi koncepcja, że był milioner, który sobie obliczył, że ponieważ tam droga jest każda stopa kwadratowa, opłaci się wybudować dom na 40 pięter. I poszedł z tym do inżyniera, aby zapytać, czy można taki dom wybu-

dować. Kiedy inżynier powiedział, że można, to poszedł do drugiego inżyniera, który to potwierdził, a wtedy od razu zaczął budowę.

Nasza studentka była na praktyce w fabryce. Przez kilka tygodni studiowała pewien automat i udowodniła, że przez jeden prosty ruch można zmniejszyć o kilka procent liczbę defektów na tym automacie. To stwierdzono empirycznie, ale nie udało się jej nikogo przekonać, bo nikt nie rozumiał, o czym ona mówi. Tu jest zjawisko psychiczne, które jest dla mnie tajemnicą.

Ryszard Krasnołębski: Chcę jeszcze zwrócić uwagę na inne przyczyny zbyt wąskiego stosowania matematyki w naszym życiu gospodarczym.

Z jednej strony jest niewątpliwy brak zainteresowania materialnego u dyrektorów fabryk, centralnych zarządów czy kierowników ministerstw postępowem technicznym w ogóle, z drugiej strony brak rzetelnej wiedzy teoretycznej u wielu ludzi na kierowniczych stanowiskach wytwarza u nich niechęć do tych, którzy tę wiedzę posiadają.

Doświadczenia lub zmiany proponowane przez matematyków mogą pociągnąć za sobą pewne nakłady finansowe, wymagające powzięcia nie-szablonowej decyzji. Wiąże się to z pewnym ryzykiem i trudnością prze-rzucenia odpowiedzialności na inną osobę za ewentualnie nieudany ekspe-ryment. Niewiele osób zechce ponosić ryzyko, gdy brak, w przypadku udanego eksperymentu osobistych materialnych korzyści.

Stanisław Górny: Mówiono o tym, że brak jest kultury matema-tycznej u przemysłowców, u ekonomistów, w szkołach podstawowych czy średnich, a mnie się wydaje, że najbardziej rażący brak matematyki jest na uniwersytecie.

Jeżeli przegląda się czasopisma amerykańskie biologiczne i porównuje z naszymi, to można by myśleć, że nasze prace są z XIX wieku, bo są tak prymitywnie pisane w stosunku do prac zachodnich. Mnie się wydaje, że jeżeli stwierdzamy niski stan kultury matematycznej, jeżeli na uni-wersytetach jest źle wśród profesorów czy lekarzy, to trzeba trochę winy przypisać również kolegom matematykom.

Kiedy się zastanawiałem nad pracami amerykańskimi, to stwierdzi-łem, że tam w zakładach jest wszędzie matematyk. U nas, antropologów, jest także. Jeżeli przyjrzymy się natomiast niektórym pracom lekarskim, to są one bardzo prymitywne. Z 1 do 5 przypadków wyciąga się od razu wnioski ogólne. To jest rażący prymityw, ale to jest również trochę wina matematyków. Gdyby wykazać różnym dyscyplinom przyrodniczym czy innym możliwość zastosowania matematyki, podnieśliśmy poziom róż-nych dyscyplin naukowych i podniosłaby się kultura matematyczna.

Dotychczas przyrodnicy nie mieli żadnego wykształcenia matema-tycznego. Dopóki każdy kończący wyższą uczelnię nie otrzyma minimum wykształcenia matematycznego, dopóty nie będzie można podnieść u nas kultury matematycznej.

Z powyższego sprawozdania wynika, że wielu uczestników konferencji wykorzystało wieloznaczność nazwy konferencji i nieprzyjęło bitwy na tej linii, którą wykreślił inicjator (może nie dość wyraźnie). Niech mu będzie wolno tutaj (po szkodzie) powiedzieć, co następuje: Matematycy polscy

twierdzą (nie wszyscy), że ich nauka stoi w Polsce wysoko, a matematycy innych krajów na ogół to zdanie potwierdzają; w każdym razie polska produkcja towaru zwanego matematyką cieszy się na świecie lepszą opinią niż nasza produkcja konserw, tekstyliów lub radioodbiorników. Że nasz kraj znajduje się w tej chwili w sytuacji ekonomicznej bardzo trudnej, wiedzą wszyscy ludzie trzeźwi (nie twierdzą, że mają większość). Ale nawet oni nie wiedzą, że matematyka dysponuje środkami umożliwiającymi ulepszenie produkcji konserw, tekstyliów i radioodbiorników. Próby eksploatacji wiedzy matematycznej do takich i jeszcze dziwniejszych celów natrafiają na opory z wielu stron. To, że twórczość musi być nieskrępowana, że szlachetny mędrzec ma pracować dla czystej wiedzy bez oglądania się na poziome pożytki i że matematyka kosztuje znacznie mniej niż fizyka, a fizyka mniej niż teatr—nie mówiąc już o sporcie, to wszystko prawda, ale nie o to w tej chwili chodzi. Sesja wykazała, że wielu uczonych polskich nie orientuje się w paradoksalnej roli, którą gra matematyka w polskiej tragedii. Gdy okręt tonie, lepiej wyrzucić fortepian za burtę, niż dyskutować o tym, co grać na nim: Mozarta czy rock and roll. A gdyby nawet matematyka stosowana kosztowała państwo tylko 1000 złotych rocznie, to należy i ten tysiąc skreślić z budżetu, jeżeli ma nadal trwać milcząca zmowa przeciw wszelkiemu stosowaniu nauki do praktyki. A uczonych wyeksportować za dewizy.

Podczas sesji ukazał się nr 2/46 dwumiesięcznika *Matematyka*. P. Zofia K r y g o w s k a zdaje w nim sprawę z Międzynarodowej Konferencji UNESCO w Genewie poświęconej zagadnieniu nauczania matematyki. Przewodniczący powiedział: „Wkraczamy w epokę wielkiej cywilizacji technologicznej, dla której rozwoju nie wystarczają osiągnięcia nauki i wysoki poziom elity intelektualnej, ale potrzebny jest odpowiednio wysoki stan wiedzy i kultury matematycznej całego społeczeństwa“. Prof. Servais, delegat Belgii, dodał: „Dziś wszystkie kraje rozumiały, że aktywna znajomość matematyki jest nie tylko wykwestem wysokiej kultury narodowej; jest to element bezpieczeństwa i nieodzowny warunek egzystencji ekonomicznej“.

Toteż pozwoliłem sobie nazwać rolę matematyki w Polsce paradoksalną, bo ten kraj ma aktywne centra matematyczne, ale jest właśnie przykładem przeczącym zdaniu belgijskiego delegata, jakoby „wszystkie kraje rozumiały“...

Józef Witkowski

O POCHODZENIU KOMET

Wśród zagadnień, które nasuwa nam badanie własnego układu słonecznego, problemy pochodzenia i natury komet należą do najbardziej zawiłych i trudnych.

Od niepamiętnych czasów człowiek śledzi pojawianie się i znikanie tych ciał, na niebie, ich odbiegający od gwiazd i planet wygląd i ruchy tak mało podobne do ruchów planetarnych.

W przeciągu długich wieków uważano komety za zwiastuny nieszczęścia i zagłady, ciała wyłamujące się spod ogólnej harmonii wszechświata. Kometologia przesiąknięta była mistycyzmem i zabobonami, mało sprzyjającymi naukowemu badaniom. Pierwszy wyłom pod tym względem poczynił Stanisław Lubieniecki, udowadniając w swej *Historia Universalis omnium Cometarum*, wydanej w r. 1681 w Amsterdamie, bezpodstawność takich poglądów.

Zagadnienie pochodzenia i samej natury komet łączy się ściśle z przestrzennym umiejscowieniem tych ciał. Starożytni nie mieli wyrobionego pojęcia o naturze i ruchach komet. Arystoteles uważał je za ziemskie wyziewy płonące w górnych rejonach powietrza, a więc zjawiska atmosferyczne. Bardziej rozsądne poglądy wypowiadał Seneka, natomiast wielki Ptolemeusz nie zaliczał komet do ciał niebieskich. Tycho Brahe pierwszy wykazał na podstawie obserwacji, że kometa 1577 r. znajdowała się w większej odległości od Ziemi niż Księżyc. Kepler przypuszczał, że komety poruszają się w przestrzeni po liniach prostych według własnego „widzimisie”.

Newton, wychodząc ze swego prawa powszechnej grawitacji, zaliczał komety do ciał krążących dookoła Słońca i podał geometryczną metodę wyznaczania dróg komet; późniejsi astronomowie i matematycy — Euler, Lagrange, Laplace, Lambert, Olbers, Gauss, Banachiewicz — rozwinęli i udoskonalili metody analityczne i rachunkowe, pozwalające na szybkie obliczanie orbit komet i planet.

Ilość zaobserwowanych dotychczas pojawień komet, wynosi okragło 1700, z tego koło 400 notują kroniki do roku 1609, tj. do chwili wynalezienia teleskopu przez Galileusza. Obecnie astronomowie odkrywają przeciętnie 10 komet rocznie; większość to słabe obiekty, widoczne tylko przy pomocy teleskopów, w przeciągu krótkiego okresu czasu, podczas sprzyjających warunków widzialności. Wiele komet przebiega przysłoneczną część swej orbity niepostrzeżenie. Dochodzimy tą drogą do wniosku, że ilość komet w przestrzeni jest bardzo wielka, według słów Keplera jest ich tyle *ut pisces in oceano*.

Jak wynika z prawa grawitacji, komety poruszają się dookoła Słońca, po krzywych stożkowych, a więc orbity ich mogą być eliptyczne, paraboliczne i hiperboliczne. Obliczono orbity dla 786 pojawień komet. W 232 wypadkach chodzi o orbity eliptyczne, odnoszące się do 47 komet okresowych, obserwowanych dwa razy lub więcej i bezsprzecznie należących do naszego układu słonecznego. Wśród pozostałych 554 komet notujemy 213 eliptycznych, 274 parabolicznych i 67 hiperbolicznych. Statystyka wykazuje przewagę orbit parabolicznych i hiperbolicznych, tj. orbit komet nieokresowych. Kwalifikacja ta następuje jednak znaczne trudności z następujących powodów. Komety z niewielkimi wyjątkami, dostępne są obserwacji wówczas, gdy przebiegają przysłoneczną część swej orbity. Wypada więc wnioskować o charakterze orbity komety na podstawie obserwacji odnoszących się do niedużego odcinka drogi. Gdy łuk orbity jest krótki, można zadość uczynić spostrzeżeniom, w granicach dopuszczalnych błędów obserwacji, zakładając łuk eliptyczny, paraboliczny lub hiperboliczny. Dla uproszczenia rachunków przyjmujemy wówczas najprostszy typ orbity — parabolę. Błędne obserwacje mogą rachunkowo przekształcić orbitę eliptyczną o dużym mimośrodku w orbitę paraboliczną albo hiperboliczną. Stąd konieczność zapewnienia dużej ilości obserwacji, odpowiadających większym łukom orbity, dla rozstrzygnięcia właściwego charakteru orbity.

Charakter orbity komety może ulec zmianie przez zakłócające działanie wielkich planet. Jowisz jest w stanie przekształcić orbitę eliptyczną w orbitę hiperboliczną i „wyrzucić” komętę z układu Słonecznego. Rachunki E. Stroma i Grena wykazały, że znane komety hiperboliczne poruszały się przed ich zbliżeniem do Jowisza po torach eliptycznych. Ponieważ przebieg procesów dynamiki jest odwracalny, możliwe jest również i zjawisko odwrotne, tj. pochwytywanie komety przez nasz układ planetarny. Nasuwa to myśl o interstelarnym pochodzeniu komet.

W połowie XIX wieku francuski astronom i matematyk, twórca mechaniki niebios, Pierre Simon de Laplace ogłosił w dodatku do *Connaissance des temps* na 1816 r. pracę pt. *Sur les comètes*, wyniki której, zdawało się, przemawiały za hipotezą pochodzenia komet z przestrzeni międzygwiazdowych. W ogólnych zarysach rozumowania Laplace’a przedstawiają się następująco: komety poruszają się w przestrzeni międzygwiazdowej z różnymi prędkościami względem Słońca; znajdują się wśród nich i takie, dla których względna prędkość jest równa zeru. Grawitacyjne działanie Słońca udziela takim kometom przyspieszenia i zmusza je do opisywania orbit parabolicznych w odniesieniu do Słońca. Komety o pierwotnych prędkościach względem Słońca, różnych od zera, zbliżą się do niego, po torach hiperbolicznych; tylko w wyjątkowych wypadkach, gdy pierwotna prędkość skierowana jest prawie ku Słońcu, kometa zbliży się dostatecznie do niego, aby stać się widzialną dla obserwatora ziemskiego; większość komet nie będzie zadość czyniła tym warunkom i minie Słońce, w znacznej od niego odległości, pozostając niewidoczną dla mieszkańców Ziemi. Laplace oblicza prawdopodobieństwo widzialnych hiperbolicznych orbit komet, otrzymując jedną orbitę hiperboliczną na 6000 orbit parabolicznych, co jest mniej więcej zgodne z wynikami obserwacji.

Odmienne poglądy głosił włoski astronom Schiaparelli (1860). Wychodził on z założenia, że warunek względnej zerowej prędkości jest najmniej prawdopodobny dla większości komet w przestrzeni i że prędkości względem Słońca są odmienne od zera. Stąd wynikałaby przewaga orbit hiperbolicznych nad parabolicznymi, co jest sprzeczne z obserwacją. Komety nie pochodzą więc z przestrzeni międzygwiazdowych, lecz są członkami naszego układu słonecznego. Większość komet porusza się po bardzo wydłużonych elipsach, które z powodu błędów obserwacji i krótkiego okresu widzialności (krótkiego łuku) utożsamiamy z parabolami. W swej krytyce prac Laplace'a stwierdza on błąd popełniony przez francuskiego astronoma, błąd, który doprowadził do ustalenia przewagi orbit parabolicznych.

Również i inni astronomowie przed i po Schiaparelli'im podejmowali na nowo rachunki Laplace'a. Już Gauss zwrócił uwagę na słaby punkt rozważań Laplace'a, tkwiący w założeniu jednakowego prawdopodobieństwa dla początkowych prędkości komet względem Słońca, zarówno co do kierunku, jak i co do wielkości (według Laplace'a w granicach od 0 do ∞). Gauss uważa, że granic dla prędkości podać nie można i że na skutek tego zagadnienie jest nierozwiązalne.

Niemiecki astronom Seeliger w głębszej analizie pracy Laplace'a zakłada dla początkowych prędkości komet skończone górne granice: 1, 10, 100 jednostek prędkości Ziemi w orbicie i dochodzi do wyników zasadniczo zgodnych z wynikiem Laplace'a, mianowicie: na 703, wzgl. 673, wzgl. 489 obliczonych orbit komet przypada nie więcej niż jedna orbita hiperboliczna. Niessl zakwestionował wyniki Seeligera wprowadzając do rachunków absolutną prędkość Słońca w przestrzeni. Znajduje on, że procentowa ilość orbit hiperbolicznych wzrasta w miarę tego, jak zakładamy coraz mniejsze prędkości Słońca w przestrzeni. Niessl nie wyciąga jednak ze swych rachunków pochopnych wniosków co do pochodzenia komet, pozostawiając tę kwestię otwartą. Jest on zdania, iż należy szczegółowo zbadać wpływ, jaki by miało na wynik specyficznego rozmieszczenia prędkości kosmicznych komet. Funkcje rozmieszczenia początkowych prędkości komet odmienne od Laplace'owskiej stosowali Fabry, Moisseiew, Tiercy. Fabry wykazuje w swej dysertacji z r. 1893 przewagę orbit hiperbolicznych, co będąc niezgodne z obserwacją prowadzi do odrzucenia hipotezy Laplace'a i przyjęcia poglądów Schiaparellego.

Hipoteza o przynależności komet do naszego układu planetarnego znalazła potwierdzenie w rachunkach Strömgrena i Fayette'a. Wykazali oni, że w 8 wypadkach bezsprzecznie hiperbolicznych orbit, hiperboliczny charakter został spowodowany zakłócającym działaniem Jowisza i Saturna i że pierwotne orbity były eliptyczne. Odnosi się to m. in. i do „polskiej komety“ Orkisz z 1925 r., jak to wykazują również i rachunki Domańskiego.

Praca holenderskiego astronoma Woerkoma z r. 1948 traktuje o wpływach perturbacji ze strony Jowisza na komety okresowe. Działania Jowisza i Saturna mogą w znacznym stopniu zmienić charakter orbity komety okresowej: przekształcić długookresową orbitę w krótkookresową, i odwrotnie także zmienić orbitę okresową na nieokresową. Z tego punktu

widzenia wielkie planety pełnią rolę zmiataaczy naszego układu planetarnego, wyrzucając z niego „śmieci kometarne“. W o e r k o m pozostawia bez odpowiedzi pytanie o pochodzeniu komet, zaznacza jednak, że dotychczas wysuwane hipotezy są nie do przyjęcia. Jego badania przemawiają przeciw stabilności długookresowych orbit kometarnych, a więc i przeciw założeniu, że komety są stałymi członkami układu planetarnego.

Świat astronomiczny przychylnie przyjął opublikowaną w r. 1950 pracę holenderskiego astronoma O o r t a. Autor wykazuje, że ogólne cechy statystyki komet są uwarunkowane zakłócającym działaniem Jowisza i najbliższych Słońca gwiazd. Dobrze zaobserwowane komety o słabo hiperbolicznych orbitach okazały się eliptycznymi o bardzo długich okresach, gdy ich orbity odniesiono nie do środka Słońca, lecz do środka bezwładności naszego układu; punkty odsłoneczne ich orbit przypadają na odległości od 50 000 do 150 000 jednostek astronomicznych, (j. a. = 150×10^6 km).

Przypadkowe rozmieszczenia punktów przysłonecznych i nachyleń orbit do płaszczyzny ekliptyki przypisuje się perturbacyjnemu wpływom wielkich planet.

Dalsza część pracy dotyczy genezy komet. O o r t przyjmuje, iż Słońce otoczone jest ze wszystkich stron „obłokiem kometarnym“ o promieniu rzędu 100 000 jednostek astronomicznych i o masie rzędu 1/100 masy Ziemi. Z takiego obłoku można utworzyć 10^{10} komet. Działanie grawitacyjne gwiazd wyrzuca z tego obłoku pojedyncze komety i kieruje je w okolice przysłoneczne. Istnienie takiego obłoku jest nawiązaniem do poglądów Lagrange'a o wspólnym pochodzeniu komet i małych planetek. We wczesnym rozwoju układu słonecznego działanie grawitacyjne gwiazd i Jowisza zmieniło bieg niektórych ciałek pierścienia małych planetek i skierowało je na silnie wydłużone elipsy, po których krążą po dzień dzień pod nazwą komet.

Dzisiejsze poglądy na fizyczną budowę komet przemawiają raczej przeciw hipotezie Legendre—Oorta. Według Whipple'a kometa składa się z meteorytów i zestalonych gazów CO_2 , C_2 , N_2 i pary wodnej. Model budowy komety podany przez Richtera w oparciu o materiał fotometryczny przedstawia jądro komety jako kulisty obłok pyłu kosmicznego. Jest to wszystko dalekie od bryły, jaką jest planetoida.

Bardziej zgodną z obecnymi poglądami na strukturę komet jest hipoteza Lyttletona (1948). Rozpatruje on problem hydrodynamiczny przejścia Słońca przez obłoki pyłu kosmicznego. Powstają przy tym lokalne zagęszczenia pyłu, poruszające się ku środkowi bezwładności układu słonecznego w kierunkach zgodnych z kierunkiem względnej prędkości Słońce — Obłok. Wspomniane zagęszczenie utożsamia Lyttleton z kometami, które mogą powstać w ilości wielu tysięcy przy każdorazowym przejściu Słońca przez obłok kosmiczny. W przestrzeniach naszej Galaktyki jest niemało takich obłoków i to nadaje kolorów „accretion hypothesis“ Lyttletona. Tłumaczy ona zresztą dość dobrze niektóre osobliwości orbit kometarnych. Należy tu wspomnieć, że możliwość „wyławiania komet“ z mgławicy kosmicznej była wysunięta przez Noelke (1936); rozpatruje on ruch Słońca w ośrodku materialnym, stawiającym opór temu ruchowi.

Hipoteza o wulkanicznym pochodzeniu komet ma swych zwolenników. Należy do nich znany radziecki astronom Vsessviatsky. Według tych poglądów komety mają być produktami silnych wybuchów wulkanicznych na Jowiszu i Saturnie.

W krytycznym przeglądzie istniejących hipotez o pochodzeniu komet stawia Hoffmeister pytanie, jaka jest przyczyna rozbieżności dotychczasowych badań i jaką z tych hipotez można uznać za najmniej nieprawdopodobną. Odpowiedź autora na pierwszy punkt brzmi: „Przyczyna leży oczywiście w różnych explicite lub implicite poczynionych założeniach i ograniczeniach“. Przychodzi on do wniosku, że uwzględnianie ruchu Słońca w przestrzeni prowadzi do przewagi orbit hiperbolicznych, natomiast wybór tej czy innej funkcji rozmieszczenia pierwotnych prędkości może osłabić lub wzmocnić tę przewagę. Rozumowania Laplace’a i Seeligera nie tracą na swej wartości, jeśli tylko prędkość Słońca w odniesieniu do środka bezwładności układów kosmicznych komet jest mniejsza od prędkości tych komet względem tegoż środka. Autor występuje przeciw utożsamianiu prędkości Słońca w stosunku do gwiazd otoczenia z prędkością odniesienia do obłoku kometarnego.

Wybór funkcji rozmieszczenia pierwotnych prędkości komet jest dowolny, gdyż nie wiemy nic o ruchach „kosmicznych komet“. Hoffmeister jest zdania, że nowoczesne badania nie przekreślają hipotezy o kosmicznym pochodzeniu komet. Hipoteza ta posiada tę dobrą stronę, że w prosty sposób tłumaczy przewagę komet quasi — parabolicznych.

Zachodzi ucieczka komet z naszego układu planetarnego, a więc per analogiam i z innych. Przestrzeń międzygwiazdowa powinna posiadać liczną populację komet. Mechanika niebios nie może rozróżnić między kometą „naszą“ a „przybyszem“ z przestrzeni. Zagadnienie pochodzenia komet wchodzi więc w sferę kosmogonii, nauki pełnej przeciwieństw, niepewności i pytańników. Hoffmeister wyraża jednak nadzieję, że astronomia rozwiąże zagadkę pochodzenia komet.

Na tegorocznym, styczniowym posiedzeniu, Royal Astronomical Society, Tyrer zreferował własną pracę o pochodzeniu komet. Autor opiera się na wnioskach hipotezy Lyttletona, mianowicie, że komety powinny przychodzić do nas z określonych punktów nieba. Dla komet powstałych przy przejściu Słońca przez dany obłok kosmiczny punkty odsłoneczne orbit powinny grupować się w jednym miejscu nieba. Działanie grawitacyjne sąsiednich gwiazd i planet zmieni z biegiem czasu ten stan rzeczy, lecz należy spodziewać się, że komety, powstałe podczas ostatniego i założmy niezbyt odległego przejścia Słońca przez obłok, powinny wykazywać tendencje grupowania punktów odsłonecznych swych orbit. Statystyczne badania Tyrera nad 450 kometami potwierdziły ten wniosek. Istnieje uprzywilejowany kierunek, z którego przychodzą one do nas — punkt odległy o 160° od apeksu ruchu Słońca. Punkty przysłoneczne orbit grupują się w pobliżu Galaktyki; cecha ta występuje jeszcze wyraźniej, jeśli wyodrębnić grupę komet, dla której zakłócenia ze strony sąsiednich gwiazd są małe. Wniosek ostateczny jest taki: komety przychodzą do nas z kierunku antiapeksu ruchu Słońca w płaszczyznach bliskich płaszczyźnie Galaktyki.

Tyrer posługuje się elementarnymi metodami statystycznymi i nie analizuje dawniejszych prac z tej dziedziny. Tymczasem już w r. 1883 Svedstrup badał rozmieszczenie periheliów 207 komet; znalazł on, że punkty przysłoneczne grupują się najgęściej wzdłuż koła, którego biegun leży w pobliżu bieguna Galaktyki.

Praca Svedstrup'a poszła w niepamięć i dopiero w roku 1922 zainteresował się nią Oppenheim. Zastanawiającym w tej pracy było to, że rozmieszczenie przysłonecznych punktów orbit komet stoi w związku z płaszczyzną Galaktyki, a nie z ekliptyką; to ostatnie powinno mieć miejsce jeśli komety są członkami naszego układu planetarnego. Oppenheim powrócił do tego zagadnienia w r. 1924 w pracy *Zur Statistik der Kometen und Planeten im Zusammenhang mit der Verteilung der Sterne*. Posługuje się on w tej pracy metodą stosowaną w statystyce tzw. metodą elipsoidalną. Z materiału statystycznego obejmującego 371 komet obliczył Oppenheim główne osie elipsoidy rozmieszczeń. Kierunki tych osi dają bieguny wielkich kół, dokoła których grupują się perihelia orbit kometarnych.

Oppenheim badał oddzielnie rozmieszczenie periheliów komet okresowych, oddzielnie zaś periheliów komet parabolicznych. Dla porównania poddał on analizie również i rozmieszczenia periheliów 200 małych planetek. Okazało się, że dla małych planetek i dla komet okresowych odnośne elipsoidy rozmieszczeń są zorientowane podług ekliptyki. Inaczej przedstawia się elipsoida rozmieszczeń dla komet parabolicznych. Wyniki Oppenheima potwierdziły znalezione przez Svedstrup'a rozmieszczenia periheliów komet parabolicznych w pobliżu płaszczyzny Galaktyki. Zasadnicze cechy elipsoidy komet parabolicznych przedstawiają się według Oppenheima następująco: elipsoida jest trójosiowa, aczkolwiek różnice pomiędzy osiami są nieznaczne. Przemawia to za symetrycznym i centrycznym rozmieszczeniem materii kometarnej w odniesieniu do Słońca. Jedną z głównych płaszczyzn elipsoidy zbiega się z płaszczyzną Galaktyki. Mała oś wskazuje ku werteksowi ruchu gwiazd. Przestrzenne rozmieszczenie osi orbit komet parabolicznych przejawia więc zasadnicze właściwości ruchu gwiazd, co przemawia za kosmiczną hipotezą pochodzenia komet. Perihelia komet krótkookresowych grupują się natomiast w pobliżu ekliptyki; straciły one cechy swego pochodzenia i to dzięki zakłócającym wpływom ze strony wielkich planet.

Praca Oppenheima nie wzbudziła większego zainteresowania, a wyniki jej, poza pojedynczymi wyjątkami, nie zostały uwzględnione przez późniejszych autorów hipotez, dotyczących genezy komet. Oort w swej znanej pracy nad pochodzeniem komet przyjmuje przypadkowe rozmieszczenie pierwotnych prędkości komet, zasugerowanej mu przyjętą hipotezą sferycznego obłoku komet, otaczającego Słońce. Bourgeois i Cox starali się wytłumaczyć wyniki Oppenheima jako następstwo pewnej selekcji materiału statystycznego, wynikającej z warunków dostrzegalności komet dla czasu ich odkrycia. Rachunki Oppenheima zostały powtórzone w Obserwatorium Poznańskim przez Hurnika, przy czym materiał statystyczny obejmował 451 komet. Autor podzielił materiał na dwie grupy — jedna obejmująca komety do roku 1700,

a więc jasne obiekty, oraz drugą grupę zawierającą komety po roku 1900, tj. obiekty na ogół słabe. Mimo że warunki odkrycia dla obu tych grup są różne, wyniki okazały się zgodne z wynikami Oppenheima.

Na tym tle powstaje pytanie: w jaki sposób przejawiać się mogą w naszym układzie słonecznym zasadnicze cechy ruchu galaktycznego gwiazd. Pytanie to jest ściśle związane z zagadnieniem genezy komet.

Autor niniejszego artykułu wysunął w r. 1951 dwie hipotezy międzygwiazdowego pochodzenia komet, uwzględniające zjawisko Oppenheima. Pierwsza z nich dotyczy ruchu cząsteczek pyłu kosmicznego uwarunkowanego polem grawitacyjnym Galaktyki, przyciąganiem Słońca i hamującym działaniem ciśnienia promieniowania słonecznego. Powstający w pobliżu Słońca zagęszczony obłok pyłu może być utożsamiony z kometą. Dzięki początkowej prędkości, skierowanej prostopadle do promienia wodzącego, powstaje orbita o osi prostopadłej do kierunku werteksów, ponieważ cząsteczki pyłu kosmicznego poruszają się w polu grawitacyjnym galaktyki tak samo, jak i gwiazdy.

Druga hipoteza tłumaczy zjawisko Oppenheima bez udziału mechanizmu ciśnienia promieni słonecznych.

Podstawą dynamiki stelarnej jest założenie, że gwiazdy opisują tory dookoła środka Galaktyki pod działaniem jej pola grawitacyjnego; wzajemne zakłócenia biegu są nieznaczne. Odnosi się to również i do meteoroidów i komet kosmicznych. Biegają one w okolicy Słońca z prędkościami niewiele odbiegającymi od prędkości Słońca w orbicie galaktycznej. Działanie grawitacyjne Słońca powoduje zakłócenia w ich ruchu i przy dostatecznym zbliżeniu się do niego (poniżej 60 000 jedn. astr.) może nastąpić przejście meteoroidu lub komety z orbity galaktycznej na orbitę heliocentryczną. Następuje „pochwycenie” ciała przez Słońce. Możliwość takiego pochwycenia w przypadku trzech ciał — Słońce, Jowisz, kometa — dopuszczali astronomowie już od dawna (niektóre satelity Jowisza). Możliwe jest to więc w przypadku: Galaktyka, Słońce, kometa kosmiczna. Możliwość porywania w przypadku trzech ciał została rachunkowo i teoretycznie potwierdzona przez radzieckiego uczonego Szmidta i jego współpracowników.

Do meteoroidów i komet kosmicznych można zastosować rozważania Laplace'a i wykazać przewagę orbit quasi-parabolicznych i rzadkości pojawiania się w pobliżu Słońca komety hiperbolicznej. Hipoteza ta tłumaczy również zjawisko Oppenheima.

Z ogólnego punktu widzenia, hipoteza porywania komet kosmicznych przez nasze słońce jest prostym i naturalnym procesem. Zapewnia ona ciągłość zaopatrywania naszego układu w nowe komety, uzupełniające ubytek „starych komet”, ulegających stopniowo desintegracji lub wyrzucanych z naszego układu grawitacyjnym działaniem wielkich planet. Komety są widocznymi ogniwami procesu ciągłej wymiany materii pomiędzy naszym układem słonecznym a resztą Wszechświata.

Ewa Stupnicka

PROBLEMY GEOLOGII ANTARKTYDY

Do obszarów objętych planem badań Międzynarodowego Roku Geofizycznego 1957/58 należy między innymi Antarktyda. Kontynent ten odkryty w latach 1837/40 nie został dotychczas dokładnie zbadany.

Plan prac opracowany przez Międzynarodowy Komitet Roku Geofizycznego przewidywał rozmieszczenie na terenie Antarktydy szeregu stacji badawczych dla przeprowadzenia metodycznych badań z zakresu geofizyki, meteorologii, glaciologii, geologii i innych pokrewnych gałęzi nauk. Do prac tych zgłosiło swój udział 12 państw, a wstępne przygotowania rozpoczęto już w r. 1955.

Wyniki badań Międzynarodowego Roku Geofizycznego zostaną opublikowane w ciągu najbliższych kilku lat. Prace te niewątpliwie wyjaśniają wiele problemów, które dotychczas nie mogły być dokładnie zbadane.

Antraktyda jest pod względem budowy geologicznej stosunkowo jeszcze mało poznanym obszarem. Pokryta grubą powłoką lodową, ukrywa w swym wnętrzu jeszcze wiele tajemnic.

Z przeprowadzonych dotychczas badań wiemy, że na Antarktydzie znajdują się cenne kopaliny. Już w czasie pierwszych wypraw polarnych stwierdzono tam obecność bogatych złóż węgla brunatnego. Załączona mapa bogactw mineralnych Antarktydy pokazuje, że na Antarktydzie znajdują się rudy żelaza, miedzi, złota, srebra, kobaltu, niklu, cyny, ołowiu, chromu, manganu i molibdenu. Budowa geologiczna Antarktydy zbliżona jest do budowy innych kontynentów półkuli południowej. Dlatego z dużym prawdopodobieństwem można przypuszczać, że znajdują się tam również inne kruszce, eksploatowane na terenach Afryki Południowej, Australii oraz Ameryki Południowej. Jakkolwiek złoża surowców na Antarktydzie są bardzo cenne, ich eksploatacja w obecnej chwili nie jest opłacalna, ze względu na trudne warunki klimatyczne i transportowe.

Pierwsze wiadomości o budowie geologicznej Antarktydy przywieźli zdobywcy bieguna południowego. Wyprawy te, mające początkowo charakter wyczynów sportowych, utorowały swymi obserwacjami drogę do dalszych ekspedycji i planowych badań naukowych.

Do chwili obecnej badania geologiczne Antarktydy, ze zrozumiałych powodów, ograniczały się tylko do niektórych regionów. Jedyne, dostępne do badań geologicznych obszary, to wąskie, nie pokryte lodem pasy przybrzeżne lądu oraz wynurzające się nad powierzchnię lodowców nunataki. Badania geologiczne na Antarktydzie opierały się również na



materiałach uzyskanych z moren lodowcowych. Z dna mórz Rossa i Weddella wydobyto pewną liczbę eratyków, które po zbadaniu umożliwiły uzupełnienie obserwacji przeprowadzonych na lądzie.

Problematyka geologiczna Antarktydy obejmuje wiele rozmaitych zagadnień. Obok współczesnych problemów glaciologicznych stykamy się tu z zagadnieniem klimatologii i paleoklimatologii obszarów podbiegunowych, genezy struktur geologicznych i związków Antarktydy z innymi kontynentami półkuli południowej.

Poznanie rzeźby kontynentu Antarktydy utrudnia gruba pokrywa lodowa obejmująca cały ten obszar. Pierwsi badacze Antarktydy sugerując się budową regionu bieguna północnego przypuszczali, że również region bieguna południowego jest obszarem oceanicznym, w obrębie którego znajdują się liczne wyspy. Pogląd ten, w wyniku badań i bardziej szczegółowych obserwacji, nie utrzymał się. Liczne ekspedycje naukowe zbadały już dość dokładnie poszczególne partie wybrzeży Antarktydy i ich ukształtowanie, natomiast rzeźba centralnych części kontynentu nie jest jeszcze dobrze poznana.

Powierzchnia Antarktydy obejmuje ponad 14 milionów kilometrów kwadratowych. Cały kontynent, poza półwyspem Ziemi Grahama i wybrzeżami pomiędzy 80° E i 160° E długości geograficznej, znajduje się wewnątrz południowego koła biegunowego.

Najbardziej przystępne i najlepiej poznane są tereny Ziemi Wiktorii położone na zachód od morza Rossa. Obszar ten od przylądka Adare aż do Gór Królowej Maud stanowi teren o dużym stosunkowo wzniesieniu nad poziomem morza. Góry Królowej Maud wznoszą się od poziomu szelfu morza Rossa do wysokości ponad 4000 m. Ziemia Adeli natomiast ma kształt płaskiej, pokrytej lodem wyżyny, sięgającej do 1800 m n.p.m. Na zachód od Ziemi Wiktorii wybrzeże Antarktydy, początkowo dość wysokie (około 800 m n.p.m.), częściowo ukryte pod lodem, tylko miejscami jest dostępne dla badań geologicznych. Dalsze punkty, w których przeprowadzono obserwacje i badania znajdują się w okolicach Ziemi Królowej Mary, na wyspie Gaussa oraz na Ziemi Enderby. Badania geologiczne przeprowadzono również w strefie położonej na wschód od morza Weddella, od Ziemi Coatsa aż do Wybrzeża Leopolda. Zebrane do badań próby pochodzą tu jednak głównie z materiału morenowego, wydobytego bądź wprost z lodowców, bądź z dna morza Weddella.

Stosunkowo łatwo dostępna dla badań geologicznych jest Ziemia Grahama oraz otaczające ją wysepki, gdzie dokonano szeregu interesujących obserwacji.

Obszar położony na zachód od Ziemi Grahama jest słabo poznany. Pomimo że przez ten obszar przechodziły ekspedycje polarne, nie stwierdzono tu istnienia łatwo dostępnych dla badań punktów. Dostępne okazały się dopiero wybrzeża Ziemi Króla Edwarda VII oraz Ziemia Mary Byrd położona na wschód od morza Rossa.

Centralna część Antarktydy, która jest wyżyną o wysokości około 2000 m n.p.m., jest terenem geologicznie zupełnie nie zbadanym. O jej budowie można wnioskować tylko na podstawie wyników badań wybrzeży.

Już na podstawie wstępnych badań geologicznych Antarktyda została podzielona na dwa regiony. Większy z nich został przez Nordenskjölda nazwany Antarktydą Wschodnią dlatego, gdyż przeważna jego część leży na półkuli wschodniej w stosunku do zerowego południka Greenwich. Antarktyda Wschodnia leży między 30° W i 170° E długości geograficznej. Pozostały obszar, zwany Antarktydą Zachodnią, obejmuje Ziemię Króla Edwarda VII, Ziemię Mary Byrd i Ziemię Grahama. Granica między tymi dwoma regionami przebiega mniej więcej wzdłuż linii łączącej morza Rossa i Weddella.

Antarktyda Wschodnia

Już w czasie pierwszych badań zwrócono uwagę na podobieństwo, jakie istnieje między Antarktydą Wschodnią a wielkimi tarczami kontynentów Południowej Ameryki, Afryki i Australii. Przez analogię do nich nazwał Edgeworth David w r. 1914 Antarktydę Wschodnią Wielką Tarczą Antarktyczną.

Stratygrafia Antarktydy Wschodniej jest opracowana głównie na podstawie badań przeprowadzonych na Ziemi Wiktorii oraz na zachodnim brzegu morza Weddella. Najstarszymi elementami są szeroko rozprzestrzenione skały magmowe i metamorficzne wieku prekambryjskiego. Między innymi stwierdzono tam występowanie paragnejsów, łupków metamorficznych, wapieni krystalicznych oraz skał wapienno-krzemionkowych. Znajdują się tu również gnejsy, czarnokity, amfibolity, granity, dioryty i lamprofiry. Skały te występują na całym wybrzeżu Antarktydy Wschodniej od Ziemi Coatsa po Ziemię Wiktorii, a nawet w Górach Królowej Maud. Należy przypuszczać, że sięgają one również daleko w głąb lądu.

Na szczególną uwagę zasługuje stwierdzenie występowania czarnokitów i norytów, skał stosunkowo rzadkich, których obecność stwierdzono również w zachodniej Australii, Indiach i południowej Afryce.

Na spenepienizowanej powierzchni wymienionych skał prekambryjskich leżą na dużych obszarach osady o odmiennym charakterze, mianowicie piaskowce typu Beacon (Beacon sandstones). Są to poziomo lub prawie poziomo leżące serie piaszczysto-łupkowe zawierające florę. Wiek flory odpowiada najwyższym poziomom karbonu, permowi i triasowi.

Ogniwa pośrednie pomiędzy prekambrem a karbonem znajdowano przeważnie na wtórnym złożu. W czasie ekspedycji w r. 1901 do 1904, przeprowadzonej pod kierunkiem Shackletona, znaleziono bloki wapieni tkwiące w lodowcu Beardmore. Jak wykazały badania, w wapieniach tych znajdowały się prymitywne organizmy kambryjskie — *Archaeocyathus*. Podobne wapienie archeocjatowe znaleziono na dnie morza Weddella, pomiędzy eratykami.

Jedynie miejsce, w którym znaleziono kambr na pierwotnym złożu, podaje Schaffer. Na Mont Darwin, około 580 km od bieguna południowego, znaleziono dolny kambr wykształcony również w facji wapiennej z archeocjatami. Obok archeocjatów zawiera on także trylobity i algi. Serie te poprzecinane są intruzjami granitów i pegmatytów.

W Granit Harbour znaleziono łupki ze szczątkami ryb, które A. S. Woodward zidentyfikował jako dewońskie. Serie zbliżone znaleziono na Ziemi Wiktorii, gdzie pomiędzy łupkami dewońskimi a leżącymi wyżej piaskowcami Beacon nie ma wyraźnej niezgodności. Prawdopodobnie istniała tu ciągłość sedymentacji.

Serie Beacon na Ziemi Wiktorii występują na dużych przestrzeniach. Znajdowano je poczynając od lodowca Beardmore ($85^{\circ}15'S$) do przyłądka Adare ($71^{\circ}45'S$). Ten sam piaskowiec Beacon zidentyfikowano na Ziemi Adeli. Po raz pierwszy zbadano go i opisano w czasie wspomnianej już ekspedycji Shackletona, w stromej ścianie w rejonie lodowca Ferrara, w odległości około 30 km od brzegu morza Rossa. Znaleziono tu jasne, żółte piaskowce, zawierające liczne konkretje żelaziste. W okolicach

Granit Harbour serie Beacon posiadają zielonkawą barwę z powodu zawartości chlorytu. Odmiana biała składa się głównie z kwarcu. R. J. A die podaje, że niektóre partie piaskowca Beacon powstały na drodze sedymentacji eolicznej. Obok kwarcu znajdują się w nich częściowo rozłożone skalenie, mika, granaty, apatyt i rutyl. Fairbridge zaznacza, że wskazuje to na pochodzenie piaskowców Beacon z produktów wietrzenia kwaśnych skał magmowych w klimacie półpustynnym. W piaskowcach tych obserwowano uławicenie przekątne. Serie Beacon w niektórych poziomach piaskowców zawierają ślady falowania i *mud cracks*. Często występują w nich źle zachowane szczątki flory. Tylko w niewielu wypadkach udało się je oznaczyć. Seward podaje, że znaleziono w nich: *Glossopteris indica*, *Glossopteris indica Schimp. var. Wilsonia*, *Vertebraria sp.*, *Antarctoxylon Priestleyi* oraz zarodniki *Pitysporites antarcticus*. Flora ta wskazuje na niewątpliwą przynależność do prowincji Gondwana.

Do korelacji z florą glossopterisową innych regionów nadaje się spośród wymienionych form tylko *Glossopteris indica* oraz *Pitysporites antarcticus*. Umożliwiły one jednak skolerowanie jedynie poziomów należących do dolnego mezozoiku. Pełny zasięg stratygraficzny piaskowców Beacon jest nie znany. Przypuszcza się, że serie spągowe odpowiadają górnemu karbonowi względnie dolnemu permowi.

Ogólna miąższość tych serii nie jest jeszcze dokładnie określona. Maksymalna miąższość stwierdzona w górach Towarzystwa Królewskiego wynosi około 1500 m.

Można tu podkreślić podobieństwo litologiczne piaskowców Beacon do gondwańskich osadów kontynentalnych Afryki, Indii, Ameryki Południowej i Australii. Zawarta w nich flora, należąca do prowincji Gondwana, czyni podobieństwo to jeszcze bardziej oczywistym.

W dolnych ogniwach serii Beacon znajdują się znaczne zasoby węgla brunatnego.

Serie węglowe Antarktydy występują na dużych obszarach. Ekspedycja Shackletona w r. 1908 stwierdziła w rejonie lodowca Beardmore istnienie 7 poziomów węglowych. Poziomy te dały się następnie skolelować z seriami węglowymi znalezionymi przez Madigana na Ziemi Króla Jerzego V oddalonymi od lodowca Beardmore o około 2250 km. Ten sam typ osadów węglowych znaleziono również w Górach Królowej Maud.

W innych pozaantarktycznych obszarach prowincji gondwańskiej, pod osadami kontynentalnymi zawierającymi flory glossopterisowe, znajdują się grube serie tyllitów powstałe w czasie górnokarbońskiego zlodowacenia półkuli południowej. Na Antarktydzie natomiast, pod seriami Beacon, tyllitów nie stwierdzono. Przeciwnie, obserwacje poczynione na Ziemi Wiktorii wskazują na ciągłość sedymentacji pomiędzy dewonem a seriami Beacon.

Piaskowce Beacon sięgają na Antarktydzie prawdopodobnie górnego triasu lub retyku. We wczesnej jurze zostały one intrudowane przez doleryty. Serie dolerytowe o bardzo dużych miąższościach znaleziono i opisano na Ziemi Wiktorii, Ziemi Króla Jerzego V oraz na Ziemi Adeli. W r. 1942 Edwards zwrócił uwagę, że są one bardzo zbliżone do wylewów w Tasmanii i dolerytów z Karoo w Afryce południowej.

Górnourajski względnie kredowy wulkanizm Antarktydy Wschodniej związany był z fazą intensywnych zaburzeń orogenicznych, których wynikiem były bardzo duże przesunięcia uskokuwe sptywnych elementów tarczy Antarktydy oraz stosunkowo słabe sfałdowanie niektórych partii serii Beacon. Najsilniejsza faza tych zaburzeń nastąpiła na przełomie mezozoiku i trzeciorzędu. Wulkanizm w niektórych rejonach Antarktydy trwa do czasów współczesnych. Na zachodnim brzegu morza Rossa znajdują się niedawno wygasłe względnie czynne jeszcze wulkany, z których najbardziej znane są Mont Erebus (4045 m) i Terror (3277 m).

Strefy najintensywniejszych intruzji zaobserwowano na linii wzdłuż zachodniego brzegu morza Rossa aż do Gór Królowej Maud. Grube serie dolerytowe, obecnie silnie zerodowane, stanowią główny trzon pasma górskiego Ziemi Wiktorii, ciągnącego się wzdłuż zachodniego brzegu morza Rossa, a które Edgeworth David nazwał horstem antarktycznym (*Antarctic Horst*).

Wylewy wulkaniczne Mont Erebus reprezentują typ wybitnie atlantycki. Przeważają tu trachity, fonolity oraz bazalty. Podobny typ magm posiada stożek Gaussbergu, który prawdopodobnie wiąże się genetycznie z linią wulkanicznych wysp Oceanu Indyjskiego. Wyspy te ciągną się od Gaussbergu przez Heard Island do wysp Kerguelen. Przypuszcza się, że wyspy te powstały w związku z tymi samymi ruchami tektonicznymi, które towarzyszyły powstaniu wulkanów na zachodnim brzegu morza Rossa. Leucytowy charakter ław Gaussbergu nasunął Wade'owi (1941) przypuszczenie, że istnieje związek między tymi wylewami a lawami Kimberley w zachodniej Australii.

Badania przeprowadzone w rejonie morza Rossa zwróciły uwagę na fakt, że w górach Królowej Maud piaskowce Beacon znajdują się na dużych stosunkowo wysokościach dochodzących do 2000 m n.p.m., podczas gdy na niezbyt od nich oddalonej wyspie Rossa te same osady znajdują się na poziomie morza. W obu tych rejonach serie Beacon leżą prawie poziomo. Duże różnice wysokości oraz poziomy układ warstw piaskowców wskazują na istnienie strefy uskokowej w tym rejonie. Obliczenia wskazują, że uskok ten, względnie seria uskoków, posiada zrzut dochodzący do kilku tysięcy metrów.

Wymieniona strefa uskokowa przebiega niemal zgodnie z zachodnim brzegiem morza Rossa. Jej dalszy przebieg ku południowi nie da się ustalić, gdyż obszar ten pokrywa gruba warstwa lodu.

Ekspedycje przeprowadzające pomiary batymetryczne w okolicach Ziemi Coatsa stwierdziły, że szelf morza Weddella jest w tym rejonie bardzo wąski, a dalsze badania wykazały, że zapada się on w głąb morza szeregiem stopni. Na tej podstawie wysunięto przypuszczenie, że i tutaj brzeg Antarktydy Wschodniej jest ograniczony uskokami. Hipoteza ta została przez dalsze badania potwierdzona. Obecnie przyjmuje się, że szelf Antarktydy wzdłuż całego wschodniego brzegu morza Weddella, jak również na wschód od Ziemi Coatsa, pocięty jest serią uskoków, które spowodowały powstanie stopni szelfu.

Na tej podstawie przedłużono linię przebiegu głównego uskoku Antarktydy Wschodniej z rejonu Ziemi Wiktorii w kierunku morza Weddella. Jego przebieg, zbliżony początkowo do kierunku N—S—N, w okolicy Ziemi Coatsa skręca na wschód, przebiegając w kierunku

równoległym do wybrzeża Antarktydy Wschodniej. Wyżyna znajdująca się na wschód od morza Weddella jest prawdopodobnie przedłużeniem horstu antarktycznego.

Dość wcześniej zwrócono uwagę na to, że szelf Antarktydy Wschodniej jest wokół całego tego kontynentu, z wyjątkiem szelfu morza Rossa, stosunkowo wąski. W niewielkiej odległości od brzegu dno oceanu opada do głębokości około 4000 m. Tak duże różnice wysokości w obrębie sztywnych mas metamorficznych i magmowych skał prekambryjskich mogły powstać wyłącznie wskutek intensywnych przesunięć pionowych. W tym świetle Wschodnia Antarktyda zbudowana ze sztywnych skał prekambryjskich tworzy tarczę obciętą ze wszystkich stron uskoki górnomezozoicznymi lub wczesno-trzeciorzędowymi, a więc stosunkowo młodymi.

Uskok przebiegający wzdłuż granicy Antarktydy Wschodniej i Zachodniej spowodował zapadnięcie się całego północnego skrzydła w stosunku do położonych na południe obszarów Antarktydy Wschodniej.

Nie jest wykluczone, że obszar zapadnięty objęty dziś częściowo przez morza Rossa i Weddella stanowi przedgórski obszar zapadliskowy młodych trzeciorzędowych fałdowań, które miały miejsce na Antarktydzie Zachodniej. W tym świetle Antartic Horst jest wydźwigniętym przedgórzem orogenu.

Antarktyda Zachodnia

W zachodniej Antarktydzie badania geologiczne przeprowadzono na terenie Ziemi Króla Edwarda VII oraz Ziemi Grahama. Pierwsze poglądy na budowę geologiczną tej części Antarktydy różniły się znacznie od współczesnych.

Najwcześniejsze badania geologiczne przeprowadzono na Ziemi Króla Edwarda VII na wschodnim brzegu morza Rossa. Znalezione w górach Aleksandra skały zostały opisane przez Schetelig'a. Były to jasne granity, granodioryty, hornblendowe i kwarcowe dioryty oraz łupki krzemionkowe. Schetelig uważał, że ten zespół skalny wiąże się z prekambrem Antarktydy Wschodniej. W tym czasie panowało jeszcze przekonanie, oparte na bardzo fragmentarycznych obserwacjach pierwszych wypraw polarnych, że łańcuchy górskie znajdujące się na południowym brzegu morza Rossa mają kierunek NE—SW. Na tej podstawie wysunięto przypuszczenie o przedłużeniu się łańcuchów górskich Ziemi Wiktorii w kierunku Ziemi Grahama. Prowadzona przez Amundsen'a wyprawa polarna, która posuwała się wzdłuż wschodniego brzegu morza Rossa w stronę bieguna, znalazła tylko nieliczne okruchy muskowitowo-biotytowych granitów, granito-gnejsów, aplitów granitowych oraz łupków mikowych na Mont Betta (85° 08'S).

Drugim rejonem Antarktydy Zachodniej, na którym przeprowadzono badania geologiczne, była Ziemia Grahama. Jest to najbardziej na północ wysunięty cypel Antarktydy. Ten wąski półwysep, jak również otaczające go wysepki, jest silnie górzysty. Szczyty sięgają do 2500 m n.p.m. Odkryto tutaj, nad Hope Bay i na Ziemi Aleksandra I, obok magmowych

i metamorficznych skał, prawdopodobnie wieku prekambryjskiego, serię z fauną glossopterisową odpowiadające gondwańskim poziomom mezozoicznym.

Ogniwa pośrednie są reprezentowane przez kambryjskie wapienie archeocjatowe oraz znalezione na Południowych Orkadach sylurskie zlepieńce, kwarcyty, szarogłazy i czarne łupki graptolitowe.

Serie Hope Bay odkryte przez Nordenskjölda w r. 1904 a opisane przez Nathorsta (1904/07) i Hallego (1913) wzbudziły ogólne zainteresowanie, gdyż znaleziona w nich flora jest najbogatszą z dotychczas poznanych flor glossopterisowych świata. Opracowany przekrój Hope Bay, o około 450 m miąższości, ma następujący profil (od góry):

ciemno zabarwione rioloty
tufy białe, jasnaszare i ciemne
ciemne łupki z dobrze zachowanymi szczątkami roślin
grube, niewarstowane zlepieńce
niezgodność
szarogłazy łupkowe z nieoznaczalnymi szczątkami roślin.

Flora opisana z poziomu trzeciego została zaliczona do jury. Łupki floronośne traktuje Nathorst jako osady jeziorne. Materiał roślinny jest na ogół dobrze zachowany. Ilością form flora ta przewyższa wszystkie znane z półkuli południowej flory typu Gondwana.

Podobne serie z florą znaleziono na Ziemi Aleksandra I. Osady te w przeciwieństwie do serii Hope Bay zawierają, poza florą, również faunę morską. Opisane występujące tam formy to: amonity, belemnity, brachiopody, małże i ślimaki. Wiek tych ogniw, opracowany na podstawie fauny, odpowiada górnym ogniom środkowej jury, górnej jurze i dolnej kredzie.

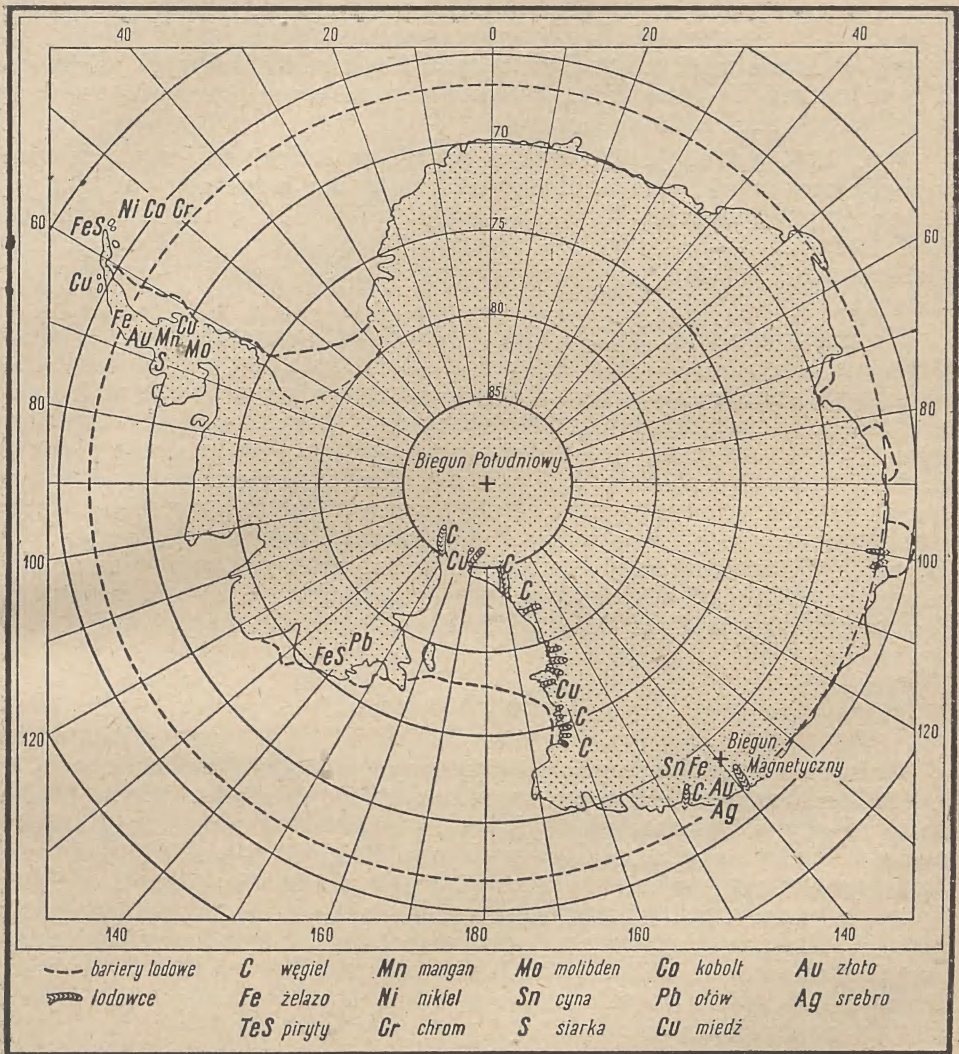
Należy tu zaznaczyć, że na Antarktydzie Wschodniej piaszkowce Beacon należą do poziomów najwyższych, natomiast na Antarktydzie Zachodniej znaleziono powyżej serii typowo gondwańskich ogniw młodsze zawierające faunę morską.

Na Ziemi Grahama oraz na wyspie Seymour znaleziono wyższe ogniw kredy górnej (senon). Są to przeważnie piaszkowce z amonitami (*Lytoceras*, *Kosmaticeras*, *Pachydiscus* i in.), koralami oraz ślimakami. Fauna ta ma charakter wybitnie indo-pacyficzny.

Ponad tymi seriami leżą niezgodnie serie kontynentalne z florą eoceno-sko-oligoceno (Notofagus, Araucaria i in.), wskazujące na połączenia z Ameryką Południową, Australią i Nową Zelandią. Trzeciorzęd morski znany jest tylko z wyspy Seymour. Małże i brachiopody wieku oligoceno-sko-mioceno wskazywają również na powiązanie z Patagonią.

Wylewy wulkaniczne, bardzo znaczne na Ziemi Grahama i na okolicznych wyspach, są reprezentowane przez środkowojurajskie andezyty i trzeciorzędowe oliwinowe bazalty. Są one miejscami przykryte przez konglomeraty z Pecten powstałe w pliocenie w środowisku morskim. Niektóre wulkany na tym obszarze są czynne jeszcze obecnie.

O rejonie pomiędzy Ziemią Grahama a Ziemią Króla Edwarda VII przez długi okres czasu brak było jakichkolwiek danych. Górzysty, nieprzystępny teren utrudniał wykonanie badań geologicznych. Dopiero przeprowadzone przez Ellswortha w r. 1935 lotnicze obserwacje



Bogactwa naturalne Antarktydy

Antarktydy Zachodniej umożliwiły częściowe poznanie jej rzeźby. Wykazały one, że istnieją tu 3 główne pasma górskie o przebiegu SW—NE. Łańcuchy te wiążą się wyraźnie zarówno z pasmami górskimi Ziemi Grahama, jak i Ziemi Króla Edwarda VII, natomiast nie mają połączenia z horstem antarktycznym.

W wyniku badań geologicznych przeprowadzonych przez II ekspedycję amerykańską Byrda w latach trzydziestych poddano krytyce pogląd na wiek i genezę skał znanych z Ziemi Króla Edwarda VII. Stwierdzono, że znajdujące się tam skały magmowe i metamorficzne nie wiążą się, jak

pierwotnie uważano, z horstem antarktycznym Ziemi Wiktorii. Badania wykazały, że skały magmowe związane są z batolitem, który powstał zapewne w czasie młodych mezozoicznych lub trzeciorzędowych fałdowań. Z tymi samymi fałdowaniami jest zapewne związane powstanie często tu spotykanych skał metamorficznych.

W r. 1941 publikuje Seward pracę, w której stwierdza, że serie zachodniego brzegu morza Rossa nie mają nic wspólnego ze skałami Antarktydy Wschodniej. W kilka lat później (1945) Passel przeprowadził analizę znalezionego tu ogromnego kompleksu drobnoziarnistych piaskowców i łupków i zdefiniował je jako osady typowo geosynklinalne, fliszowe.

Na podstawie tych badań, jak i badań przeprowadzonych na Ziemi Grahama, przyjmuje się, że Antarktyda Zachodnia jest elementem fałdowym, wyniesionym w czasie młodej stosunkowo, wczesnotrzeciorzędowej orogenezy. Liczne intruzje skał głębinowych i wylewy skał wulkanicznych, które towarzyszyły fałdowaniom, wykazują duże pokrewieństwo do serii znanych z Andów Patagońskich. Fakt ten został zaobserwowany już przez Nordenskjölda, w pierwszych latach bieżącego stulecia. Stwierdził on, że główne serie plutoniczne znajdujące na Ziemi Króla Edwarda VII mają duże podobieństwo chemiczne i petrograficzne do skał magmowych Kordylierów południowo-amerykańskich. Należy więc przyjąć, że Antarktyda Zachodnia należy do prowincji Pacyficznej.

Antarktydy

Jednym z najciekawszych problemów Antarktydy Zachodniej jest jej związek z archipelagiem wysp znajdujących się pomiędzy Ziemią Grahama i Ameryką Południową. Wyspy te, nazwane przez polskiego badacza Arctowskiego, uczestnika wyprawy Belgica, Antarktandami, uważano już stosunkowo wcześniej za przedłużenie pasma górskiego Ziemi Grahama, z powodu ich charakterystycznego ułożenia oraz budowy geologicznej. Część wysp tego archipelagu jest pochodzenia wulkanicznego. Lawy wulkanów są zbliżone do law występujących na Ziemi Grahama. Przeważna część skał osadowych wysp archipelagu odpowiada seriom osadowym Antarktydy Zachodniej.

Już w r. 1888 Suess łączy wyspy archipelagu antarktycznego w jeden łuk, który od Ziemi Grahama poprzez Południowe Szetlandy, Południową Georgię, wyspę Birdwood Band ciągną się do Andów południowo-amerykańskich. Późniejsi badacze na ogół przyjęli tę hipotezę.

Druga hipoteza tłumacząca genezę Antarktandów zakłada, że archipelag antarktyczny jest szczątkiem zapadniętej tarczy południowo-atlantyckiej. Ten pogląd, wysunięty przez zwolenników hipotezy pomostów lądowych, został ostatecznie obalony przez wyniki badań batymetrycznych.

Pomiary batymetryczne przeprowadzone w rejonie archipelagu Antarktandów wykazały, że na dnie oceanu znajduje się wąski garb podmorskiej kordyliery. Kordylierze tej wynurzającej się na powierzchnię łukiem wysp archipelagu towarzyszą po obu stronach duże głębokości dna

oceanu sięgające poniżej 4000 m. W rejonie wysp Południowe Sandwich stwierdzono głębie sięgającą 8000 m.

Dokładniejsze badania budowy geologicznej wysp antarktycznych wykazały istnienie dwu równoległych łuków wysp o różnej genezie. Jeden łuk składa się z szeregu wysp pochodzenia wulkanicznego, drugi z wysp powstałych na drodze fałdowań. Różna geneza dwu łuków wysp Antarktydów nasuwa porównanie z łukami wysp Oceanu Spokojnego. Podobne cechy budowy, zbliżony typ law i aktywny wulkanizm nasuwają przypuszczenie o istnieniu i tu, podobnie jak na Pacyfiku, młodej, fałdującej się współcześnie geosynkliny.

Fairbridge stwierdza pewne podobieństwo łuku Skotii (tak został nazwany łuk łączący Ziemię Grahama z Andami Patagonii) do łuku Wysp Antylskich środkowej Ameryki.

Wielki rów antarktyczny

Już w r. 1912 Gregory pisze o „hipotetycznym rowie Antarktydy“, który wg najwcześniejszych poglądów miał łączyć ze sobą morza Rossa i Weddella. Genezę tego rowu wiązano z młodymi ruchami tektonicznymi na Antarktydzie, które spowodowały powstanie dwu równoległych uskoków. Jeden z nich to wymieniony uprzednio główny uskok antarktyczny przebiegający na północ od horstu antarktycznego, drugi miał ograniczać wspomniany hipotetyczny rów antarktyczny od północy. Wg Pencka tektoniczna geneza mórz Rossa i Weddella i prawdopodobieństwo przedłużania się obrzeżających je uskoków w kierunku południowym upoważniają do wysunięcia przypuszczenia o istnieniu, łączącego obydwie morza przesmyku morskiego również o genezie tektonicznej.

Problem istnienia antarktycznego rowu tektonicznego został rozstrzygnięty definitywnie dopiero w latach 1934/35 przez wspomnianą już ekspedycję amerykańską Byrda. Wykonany wówczas rekonesans lotniczy nad Antarktydą Zachodnią wykazał, że pomiędzy Ziemią Mary Byrd a Górą Królowej Maud znajduje się wąskie obniżenie (Rockefeller Plateau) o szerokości około 300 m, które ciągnie się ku południowi i sięga do okolic bieguna. Odcina się ono silnie od otaczających ją gór.

Południowy brzeg rowu, podobnie jak cały horst antarktyczny, jest zbudowany z trzyczęściowych i czwartorzędowych skał wylewnych. Nieznane są natomiast skały północnej krawędzi rowu; w związku z tym trudno jest wnioskować o budowie dna rowu, które pokryte jest lodem.

Wnioski paleoklimatyczne

Interesującym zagadnieniem geologicznym Antarktydy jest historia jej klimatu.

Współczesny klimat Antarktydy i jej położenie geograficzne wykluczają tu zasadniczo możliwość istnienia roślinności związanej z klimatem umiarkowanym lub ciepłym.

Przyzwyczajiliśmy się sądzić, że na terenach znajdujących się w okolicach podbiegunowych panował zawsze klimat zimny, zbliżony do współczesnego klimatu Arktyki lub Antarktydy. Tymczasem wszystkie osady

Antarktydy, od kambru po trzeciorzęd, wskazują, że teren ten znajdował się przez cały wspomniany okres w klimacie ciepłym a nawet tropikalnym.

Poniżej zestawiono fauny i flory znalezione na Antarktydzie świadczące o jej ciepłym klimacie w okresie od kambru do trzeciorzędu:

5. Eocen-oligocen... Ziemia Grahama — ciepłolubne flory (około 60 gatunków roślin, częściowo tropikalnych) między innymi: *Notofagus*, *Araucaria*.

4. Kreda górna, senon... Ziemia Grahama — bogata fauna morska typu indo-pacyficznego; liczne amonity: *Lytoceras*, *Kossmaticeras*, *Desmoce-ras* i inne.

3. Karbon górny — jura... Ziemia Grahama i Ziemia Wiktorii — ciepłolubna roślinność pól węglowych, najbogatsza flora glossopterisowa.

2. Dewon... Ziemia Wiktorii — szczątki ryb w osadach piaszczystych.

1. Kambr... Ziemia Grahama, Ziemia Wiktorii — eratyki wydobyte z dna morza Weddella, wapienie z archeocjatomami.

Jak z powyższego wynika, klimat Antarktydy w minionym okresie był co najmniej ciepły, niekiedy tropikalny, a zlodowacenie Antarktydy nastąpiło dopiero z początkiem plejstocenu.

Ślady zlodowaceń w różnych regionach kuli ziemskiej odpowiadają chronologicznie różnym okresom geologicznym. Również współcześnie w wielu punktach ziemi występują zlodowacenia; w związku z tym należy przypuszczać, że średnia roczna temperatura Ziemi obecnie niewiele odbiega od średniej temperatury rocznej w minionych okresach. Opierając się na prawie aktualizacji odnośnie fizycznych własności Ziemi można przyjąć, że regiony podbiegunowe wskutek słabszego nasłonecznienia miały zawsze klimat zimny. Wobec tego ulegały one zlodowaceniom, tak jak to się odbywa współcześnie. Ciepły jednak klimat Antarktydy, przed plejstocenem, stwierdzony na podstawie flory i fauny zawartej w osadach od paleozoiku po trzeciorzęd, przeczy temu twierdzeniu. Musimy więc przyjąć, że Antarktyda znalazła się w rejonie podbiegunowym dopiero od początku czwartorzędu, tj. od czasu, w którym uległa zlodowaceniu.

Taką tezę postawił W e g e n e r w swej pracy pt. *Die Entstehung der Kontinente*. Biorąc za punkt wyjścia znane zlodowacenie górnokarbońskie lądu Gondwany i zakładając, że zlodowacenie towarzyszy zawsze regionom podbiegunowym, W e g e n e r dochodzi do wniosku, że położenie bieguna w górnym karbonie powinno odpowiadać położeniu centrum zlodowacenia gondawskiego, czyli bieguna południowy w owym czasie powinien się znajdować w Afryce Południowej lub Australii. Należy więc przyjąć możliwość zmiany położenia bieguna południowego w stosunku do położenia lądów i oceanów.

W e g e n e r rozpatruje dwie możliwości, mianowicie możliwość przesuwania się biegunów oraz możliwość wędrówek kontynentów (znana hipoteza dryftu kontynentów). Położenie biegunów jest uzależnione od położenia osi ziemskiej; zmiana położenia osi ziemskiej powoduje zmianę położenia biegunów. Elipsoidalny kształt Ziemi musi powodować, przy zmianie położenia osi obrotu, przesunięcie się mas w głębi Ziemi, a na powierzchni zmianę ukształtowania lądów i oceanów (transgresje i regresje morskie).

Niewielkie zmiany położenia biegunów obserwuje się również współcześnie. Pomiary przeprowadzone w latach 1890 do 1900 i wielokrotnie powtarzane w latach późniejszych stwierdzają, że nawet w tak krótkim okresie czasu można te przesunięcia biegunów pomierzyć. Wielkość stwierdzonych przesunięć jest, co prawda, nieznaczna. Przesunięcia się biegunów w ciągu 10 lat mieszczą się w kwadratach o boku około 20 m. Należy się jednak spodziewać, że w skali okresów geologicznych, przesunięcia biegunów mogły być i prawdopodobnie były większe.

Biorąc pod uwagę, że wymagania ekologiczne koralu były zawsze zbliżona do współczesnych oraz że obecne ich rozmieszczenie od 32° N do 32° S szerokości geograficznej nie uległo zmianom, należy przypuszczać, że górnokredowe koralu znalezione na wyspie Seymour (65° S szerokości geograficznej) musiały w czasie swego rozwoju znajdować się w położeniu odpowiadającym co najmniej 32° S szerokości geograficznej. Biegun zatem musiał być przesunięty w stosunku do jego współczesnego położenia prawie o 35° . Potwierdza to między innymi również wypowiedź Kelvina, który podał, że przesunięcia biegunów mogą wynosić do $30-40^{\circ}$. Wegener opracował nawet mapy położenia biegunów i ich przesunięć w niektórych okresach geologicznych.

Ten konsekwentnie przeprowadzony przez Wegenera wywód miał jednak wielu przeciwników. Między innymi Woldstedt, w oparciu o znajomość czwartorzędowego zlodowacenia półkuli północnej, wysuwa zastrzeżenia do twierdzenia Wegenera o położeniu północnego bieguna w plejstocenie. Twierdzenie to, że położenie tego bieguna w czasie ostatniego zlodowacenia miało się znajdować w środkowej Grenlandii (75° N szerokości i 45° długości geograficznej), jest zdaniem Woldstedta nieuzasadnione. Położenie bieguna północnego na półkuli zachodniej byłoby sprzeczne z zasięgiem zlodowacenia, gdyż nie można wtedy wytłumaczyć silnego w owym czasie zlodowacenia Kamczatki oraz zimnego klimatu wschodniej Syberii. Przeczy temu również zasięg zlodowaceń górskich w tym okresie.

Druga hipoteza Wegenera, rozpatrująca zagadnienie zmian klimatycznych niektórych regionów jako wynik wędrówek kontynentów, była już w chwili jej wysunięcia ostro krytykowana przez fizyków. Przyjęte przez Wegenera przyczyny ruchu kontynentów, jak również twierdzenie, że sztywne masy lądowe pływają po półpłynnym podłożu simatycznym, są w świetle współczesnych osiągnięć fizyki nie do przyjęcia. Tak więc wydawało się, że powyższa hipoteza wędrówek kontynentów zostanie całkowicie odrzucona. Ostatnio jednak badania własności magnetycznych skał przyniosły niespodziewanie dowody potwierdzające hipotezę o przesunięciach kontynentów.

W r. 1956 przedstawił P. M. Blackett, profesor uniwersytetu w Londynie, na konferencji w Lindau wyniki badań, wg których niektóre skały magmowe, a także niektóre osadowe, w czasie swego powstawania ulegają namagnesowaniu pod wpływem ziemskiego pola magnetycznego i w związku z tym ich kierunek linii magnetycznych jest zgodny z kierunkiem linii pola magnetycznego ziemskiego. Badania przeprowadzone na tych skałach dowodzą, że kierunki linii magnetycznych skał powstałych w ubiegłych okresach geologicznych nie są zgodne ze współczesnymi kierunkami linii pola magnetycznego ziemskiego.

Badania magnetyzmu piaskowców triasowych przeprowadzone przez Clegga, Almonda i Stubbsa na terenie wysp brytyjskich wykazały, że Anglia w ciągu ostatnich 150 milionów lat przesunęła się o przeszło 35° , a mianowicie z 17° na 55° północnej szerokości geograficznej, średnio więc o 3 m w ciągu 100 lat. Pomiary przeprowadzone ostatnio przez badaczy amerykańskich wykazały, że również Ameryka oddala się od Europy, jak to już swego czasu dowodził Wegener.

Na podstawie tych badań należy przyjąć, że w ubiegłych okresach geologicznych musiały się odbywać ruchy kontynentów.

Poza próbami wyjaśnienia historii klimatu Antarktydy w oparciu o hipotezę Wegenera, wysuwano ostatnio przypuszczenia, że klimat Ziemi ulegał okresowym oziębieniom, którym towarzyszyły zlodowacenia na większych obszarach jej powierzchni. Przyczyn tych okresowych oziębień nie udało się w pełni zbadać, tak że dotychczas zagadnienia klimatu Antarktydy nie są definitywnie wyjaśnione.

Duże nadzieje wiąże się obecnie z badaniami prowadzonymi na Antarktydzie w ramach Międzynarodowego Roku Geofizycznego. Powinny one wyjaśnić lub przynajmniej wszechstronnie naświetlić nie tylko sprawę klimatu, ale również wiele innych dotychczas nie rozwiązanych problemów Antarktydy.

II OGÓLNOPOLSKA KONFERENCJA ANALITYCZNA

Warszawa, 20—23 listopada 1957 r.

II Ogólnopolska Konferencja Analityczna została zorganizowana przez Komisję Analityczną Komitetu Nauk Chemicznych PAN przy udziale Polskiego Towarzystwa Chemicznego i cennej współpracy technicznej Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego. Celem jej był przegląd aktualnego stanu prac polskich w zakresie chemii analitycznej. Udział gości zagranicznych oraz kilka referatów przeglądowych plenarnych pozwoliły uczestnikom jednocześnie zapoznać się z pracami prowadzonymi w wielu zagranicznych ośrodkach i w ogóle na świecie.

W konferencji wzięło udział ponad 750 analityków z Polski oraz 36 gości zagranicznych. Wygłoszono łącznie 4 referaty plenarne przeglądowe i ponad 200 komunikatów z prac oryginalnych.

Ze względu na bardzo dużą liczbę zgłoszonych prac obrady przebiegały w ośmiu sekcjach: analizy nieorganicznej, ogólnej analitycznej, analizy biochemicznej, analizy gazowej, analizy środków spożywczych i materiałów roślinnych, analizy organicznej i farmaceutycznej, analizy metalurgicznej oraz analizy wód i ścieków.

Konferencję rozpoczął referat prof. dra W. Kemuli, omawiający rozwój i organizację prac polskich z chemii analitycznej w okresie ostatnich sześciu lat, jakie upłynęły od I Konferencji. Utworzenie Komisji Analitycznej, powstanie polskiego czasopisma analitycznego „*Chemia Analityczna*“, które już w drugim roku istnienia zostało przekształcone z kwartalnika w dwumiesięcznik, oraz zgłoszenie na omawianą konferencję blisko 200 polskich prac do zreferowania najlepiej świadczą, jak podkreślił prof. Kemula, o rozwoju chemii analitycznej w naszym kraju.

Polskie referaty plenarne poświęcone były omówieniu postępów światowych w niektórych szczególnie ważnych kierunkach chemii analitycznej. Wygłoszono następujące: *Chemia analityczna śladów* — doc. k. n. J. Minczewski, *Analiza gazowa* — mgr inż. Z. Łada, mgr inż. J. Wacławik, mgr inż. S. Waszak, *Automatyzacja w chemii analitycznej* — dr Z. Zagórski, *Odczynniki organiczne w analizie nieorganicznej* — mgr inż. Z. Marczenko.

Również na posiedzeniach plenarnych wygłoszone zostały w większości komunikaty z prac własnych gości zagranicznych. Wymienić tu trzeba m. in. komunikaty prof. dra S. Veibla z Politechniki w Kopenhadze — *Organische Analyse durch funktionelle Gruppen*, prof. dra E. Schuleka z Uniwersytetu w Budapeszcie — *Beiträge zur Chemie und Analytik des elementaren Schwefels und einiger seiner Verbindungen*, prof. dra I. P. Alimarina z Uniwersytetu w Moskwie — *Primienienije jodatow w analiticeskoj chimii*, prof. dra A. Okača z Uniwersytetu w Brnie — *Über die Oxydationsprodukte des Ni-Dimethylglyoxims*, prof. dra L. Erdéyá z Politechniki w Budapeszcie — *Titrationen mit Hilfe von Lumineszenzindikatoren*, prof. dra P. T. Tutundzica z Uniwersytetu w Belgradzie — *Coulometrische Metallometrie*, dra I. Voinovitcha z Instytutu Ceramiki w Paryżu — *Methode spectrochimique d'analyse rapide des silicates*.

Wymienione referaty wskazują zarówno na duże zainteresowanie naszą Konferencją wśród analityków zagranicznych, jak również na szeroki zakres zagadnień referowanych podczas obrad.

Na posiedzeniach sekcyjnych wygłoszono i przedyskutowano polskie komunikaty z prac własnych. Załączona tablica daje przegląd tych komunikatów z podziałem na sekcje i metody chemii analitycznej.

Tablica 1
Komunikaty z prac polskich na Konferencji

Metoda Seksja	Spektro- grafi- czna	Spektro- fotome- tryczna	Polaro- grafia	Inne ele- ktroche- miczne	Chroma- tografia	Komple- ksome- tria	Chemi- czne i inne	Razem
Ogólna analityczna	5	7	7	9	5	1	10	44
Analizy nieorganicznej	11	11	5	1	1	3	14	46
Analizy biochemicznej	—	1	1	1	9	—	5	17
Analizy gazowej	—	2	1	1	—	1	6	10
Analizy środków spoż. i mat. roślin.	—	6	—	—	8	1	4	19
Analizy organicz- nej i farmaceut.	—	5	2	3	9	—	17	37
Analizy metalurgicznej	2	2	2	2	1	—	3	12
Analizy wód i ścieków	2	1	2	2	1	—	2	10
Razem	20	35	20	19	34	6	61	195

Oczywiście nie sposób wymienić na tym miejscu chociaż części wygłoszonych prac. Wydaje się celowe jednak omówić krótko wystąpienia kilku największych ośrodków analitycznych w Polsce, co pozwala zorientować czytelnika w głównych kierunkach rozwoju chemii analitycznej u nas.

Na pierwszym miejscu wymienić należy Katedrę Chemii Nieorganicznej Uniwersytetu Warszawskiego i Zakład Fiz.-Chem. Metod Analitycznych I. Ch. F. PAN, których pracownicy referowali ponad 20 prac z polarografii, chromatopolarografii, rozdziału w przeciwnym kierunku oraz analizy śladowej innymi metodami. Z Zakładu Fizyki Technicznej I. Ch. O. (Warszawa) referowane były bardzo ciekawe prace metodyczne z zakresu spektrofotografii emisyjnej (metoda jednego dodatku) oraz metody spektrofotometrii absorpcyjnej. Zakład Analityczny I. Ch. O. zgłosił dużo

prac z analizy organicznej, ciekawe, jedne z nielicznych na Konferencji prace z automatycznej analizy gazowej, prace z kompleksometrii oraz metody chemiczne.

Katedra Chemii Nieorganicznej Uniwersytetu Łódzkiego przedstawiła szeroko zakrojone prace z zastosowania amperometrii i kulometrii w analizie nieorganicznej i organicznej. Zakład Analityczny I. B. J. (Warszawa) referował szereg prac z zakresu analizy śladowej metodami spektrograficzną, spektrofotometryczną i innymi oraz prace z potencjometrii w środowisku wodnym i niewodnym. Zakład Analityczny Instytutu Chemii Nieorganicznej (Gliwice) podał metody analityczne dotyczące wielu produktów nieorganicznych z zastosowaniem nowych metodyk analitycznych. Szereg ciekawych prac z zakresu polarografii, analizy śladowej spektrograficznej oraz metodyki mikropolarografii referowali pracownicy Laboratorium Analitycznego Centralnego Lab. Akumulatorów i Ogniów w Poznaniu. Katedra Chemii Nieorganicznej i Analitycznej AM w Łodzi podała prace nad zastosowaniem odczynników organicznych w analizie nieorganicznej. Metody chromatograficzne w analizie organicznej były referowane przez pracowników Zakładu Chemii Fizjolog. AM w Lublinie i w Łodzi, zaś chromatografię nieorganiczną reprezentowały prace Katedry Chemii Ogólnej Uniwersytetu w Poznaniu. Katedry Analizy Technicznej i Towaroznawstwa Politechnik w Gdańsku i Warszawie podały cały szereg prac z zakresu metod technicznych różnych produktów.

Wymienione prace nie wyczerpują oczywiście wszystkich ośrodków, których było reprezentowanych na Konferencji ponad 50.

Na zakończenie Konferencji na podstawie zgłoszonych wniosków zebrani zaaprobowali wskazówki dla prac Komisji Analitycznej na najbliższą przyszłość. Stwierdzono konieczność rozszerzenia prac w dziedzinie analizy gazowej, rozpoczęcia i szczególnej opieki nad pracami w dziedzinie analizy metodami radiometrycznymi. Postanowiono odbywać częściej konferencje o węższym zakresie tematycznym, które pozwalają bardziej głęboko ująć tematy i szerzej je przedyskutować.

Goście zagraniczni i polscy mieli możliwość w czasie Konferencji zapoznać się z warszawskimi ośrodkami analitycznymi.

Wspólna koleżeńska kolacja na zakończenie obrad upłynęła w miłym nastroju i pod znakiem prawdziwie koleżeńskich stosunków między analitykami Polski i innych reprezentowanych na konferencji państw.

Jerzy Minczewski

SPRAWOZDANIE Z I ZJAZDU FIZYKÓW CZECHOSŁOWACKICH

W dniach 23—28 września 1957 r. odbył się w Pradze I Zjazd Fizyków Czechosłowackich. Zjazd ten zorganizowano dla uczczenia 50 rocznicy powstania Zakładu Fizyki na Uniwersytecie Karola w Pradze.

Zjazd zgromadził około 300 uczestników. Trzeba przy tym zwrócić uwagę na to, że duży procent uczestników zjazdu stanowili przedstawiciele techniki. Wskazuje to wyraźnie na fakt dość daleko idącego powiązania między czechosłowacką fizyką i techniką. Także dość liczna grupa przedstawicieli szkolnictwa średniego uczestniczyła w zjeździe. Byli to nauczyciele fizyki, przeważnie dawni uczniowie Zakładu Fizyki Uniwersytetu.

Na zjazd przybyli też goście zagraniczni ze Związku Radzieckiego, Niemieckiej Republiki Demokratycznej, Francji, Polski, Rumunii i Bułgarii.

W referatach zjazdowych przedstawiono osiągnięcia coraz to bardziej rozwijającej się fizyki czechosłowackiej. Wygłoszono ich około 180, przy czym największa ilość referatów dotyczyła fizyki ciała stałego, którą w Czechosłowacji zajmuje się najliczniejsza grupa fizyków, oraz z fizyki jądrowej, która w obecnej chwili rozwija się w bardzo szybkim tempie i już zgromadziła dużą grupę młodych fizyków.

Posiedzenia odbywały się w 12 następujących sekcjach: Akustyka, Dielektryki, Kryształy jonowe, Optyka, Pedagogika, Półprzewodniki, Fizyka jądrowa, Metale i ich mechaniczne własności, Magnetyczne własności ciał stałych, Fizyka teoretyczna, Wyładowania w gazach, Badanie struktury przy pomocy promieni Roentgena.

Mimo to, że wyodrębniono sekcję fizyki teoretycznej, to nie obejmowała ona wszystkich teoretycznych referatów zjazdu. W każdej sekcji przedstawiano zarówno prace doświadczalne, jak i teoretyczne z danej dziedziny, zaś sekcja fizyki teoretycznej obejmowała te referaty teoretyczne, których tematyka nie wiązała się z tematyką żadnej sekcji.

Ponieważ posiedzenia wszystkich sekcji odbywały się w tym samym czasie, autorka niniejszego sprawozdania może podać tylko dokładniejsze informacje z przebiegu posiedzeń sekcji, w których brała udział, a mianowicie sekcji kryształów jonowych i półprzewodników. Informacje o pracach pozostałych sekcji zostaną podane krótko według programu.

Referaty z sekcji akustyki prawie całkowicie dotyczyły problemów związanych z techniką. Jak bardzo usiłuje się w Czechosłowacji stosować fizykę do zjawisk życia codziennego widać po referatach takich, jak np. następujący: *Problematyka hałasów w zakładach pracy czy też O wpływie środków komunikacji na hałas w Pradze* itp.

Referaty z sekcji dielektryków omawiały przede wszystkim wyniki różnych badań przeprowadzanych na kryształach BaTiO_3 , jak np. teoria siły koercyjnej, wpływ pola elektrycznego i inne.

Sekcja kryształów jonowych miała wspólne posiedzenia z sekcją półprzewodników. Obie sekcje miały najbogatszy program na całym zjeździe i najliczniejsza grupa osób brała udział w tych posiedzeniach. Poza tym w tej sekcji była największa ilość świetnych referatów gości zagranicznych.

Prof. Wuł z Moskwy przedstawił pewne problemy dotyczące jonizacji zderzeniowej na przejściach $p-n$ w germanie. Podobna tematyka zawarta była także w dwóch referatach fizyków czechosłowackich, a mianowicie dra Tauca na temat przebiega przejściu $p-n$ w krzemie oraz dr Antončika, który, omawiając zależność spektralną wydajności kwantowej w kryształach homeopolarnych, zwrócił uwagę na wielką rolę jonizacji zderzeniowej dla różnych zjawisk zachodzących w półprzewodnikach.

Prof. Sosnowski z Warszawy przedstawił wyniki pracy Filińskiego o, dotyczącej zależności współczynnika odbicia światła od koncentracji nośników prądu w germanie. Przedstawił podany przez siebie w grubym przybliżeniu rachunek tego zagadnienia i wskazał, na jakiej drodze można próbować znaleźć dokładne rozwiązanie teoretyczne. Wyniki mierzenia współczynnika załamania i odbicia germanu przedstawił też w swoim referacie fizyk czechosłowacki Lukeš.

Najbardziej emocjonującym referatem był referat prof. Grossa z Leningradu, który wspólnie z prof. Pawińskim, teoretykiem, przedstawili wyniki badań nad ekscytonami. Badali oni widmo ekscytonowe w polu magnetycznym.

W tej części, gdzie widmo escytonowe jest wodoropodobne, znaleźli efekt zbliżony do efektu Zeemana (efekt nie mógł być identyczny z efektem Zeemana, ze względu na to, że układ związany dziura-elektron tworzą dwie cząstki o masach takich samych różniących się tylko znakiem), natomiast w paśmie ciągłym, gdzie mamy już w zasadzie do czynienia z dysocjacją ekscytonu, znaleźli widmo rezonansu cyklotronowego, wykazujące jednak pewną nadształtną strukturę. Wskazuje ona na to, że i w tym obszarze dysocjacja nie jest zupełna i istnieje pewne sprzężenie między dziurą i elektronem. Wskazano jak teoretycznie, na podstawie równania Schrödingera dla tego problemu, można przewidzieć taki przebieg widma. Na temat ekscytonów mówił także prof. Grillot z Paryża w referacie na temat fluorescencji ekscytonów przy defektach sieci w CdS w niskich temperaturach.

Poza wymienionymi powyżej referatami wygłoszono jeszcze cały szereg interesujących referatów. Dr Litzmann przedstawił pracę na temat lokalnych drgań sieci dla liniowego dwuatomowego łańcucha. Problem ten jest bardzo ważny z punktu widzenia wpływu dyslokacji na zjawiska zachodzące w ciałach stałych. Przedstawiono poza tym szereg prac z dziedziny termoluminescencji i elektroluminescencji, a także wyniki badań nad kryształami jonowymi.

Trudno omówić cały bogaty program prac. W każdym razie trzeba stwierdzić, że zainteresowanie pracami było bardzo duże i każdy referat kończył się bardzo ożywioną dyskusją.

Sekcja fizyki jądrowej przedstawiła także bardzo bogaty program, w większości jednak referaty dotyczyły zagadnień technicznych fizyki jądrowej. Zreferowano prace na temat dozymetrii substancji radioaktywnych, spektroskopii jądrowej, radioaktywności atmosfery. Przedstawiono prace dotyczące badań nad promieniami kosmicznymi oraz problemy związane z reakcjami cząstek elementarnych.

W sekcji własności mechanicznych metali było niewiele referatów o bardzo różnorodnej problematyce eksperymentalnej.

Na posiedzeniach sekcji magnetyzmu referowano przede wszystkim prace dotyczące badań różnych własności ferrytów, jak np. przewodnictwa elektrycznego, rezonansu ferromagnetycznego itp.

W sekcji optyki należy wyróżnić referat prof. Françona z Paryża omawiający nowe osiągnięcia w dziedzinie mikroskopii interferencyjnej. Poza tym wygłoszono niewielką ilość referatów o różnej tematyce.

Bardzo ciekawym faktem jest to, że fizycy w programie zjazdu umieścili cały szereg referatów na temat problemów nauczania fizyki w szkołach średnich i wyższych. W sekcji pedagogiki referaty dotyczyły przede wszystkim programów fizyki w szkołach średnich i wyższych, koordynacji fizyki z matematyką oraz poruszały ważną sprawę ćwiczeń laboratoryjnych dla studiujących fizykę.

Sekcja fizyki teoretycznej obejmowała prace teoretyczne nie związane tematyką z zagadnieniami poszczególnych sekcji. Najlicniejsza grupa referatów przedstawiała zagadnienia tak klasycznej jak i kwantowej teorii pola, a inna dość liczna grupa referatów dotyczyła chemii kwantowej.

Prace sekcji wyładowań w gazach dotyczyły głównie badań nad wpływem materiału elektrod i zjawisk na ich powierzchniach na wyładowania.

Sekcja promieni Roentgena przedstawiła prace związane z badaniami struktury wielu materiałów metodami rentgenograficznymi.

W ogólności trzeba przyznać, że poziom referatów zjazdowych był bardzo wysoki, pomimo że wszystkie ośrodki badawcze z dziedziny fizyki powstały w Czechosłowacji bardzo niedawno i grupują bardzo młodych fizyków. Fizycy czechosłowaccy nie tylko kontynuują badania w tych dziedzinach fizyki, które były wcześniej w Czechosłowacji uprawiane, ale powstają także coraz to nowe zespoły dla badania dziedzin fizyki, które dotychczas w Czechosłowacji nie rozwijały się.

Maria Miąsek

Eugeniusz Rybka *Astronomia Ogólna*, Wyd. II, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1957.

Książka prof. E. Rybki zawiera systematyczny wykład podstawowych wiadomości z wszystkich działów astronomii. Pomyślana jest jako podręcznik uniwersytecki, a także jako pomoc dla nauczycieli astronomii w szkołach średnich oraz jako lektura doształcająca dla miłośników astronomii. Wykład jest na ogół jasny i przystępny, ilość zawartych informacji znaczna. Książka jest niewątpliwie użyteczną pomocą dla studentów pierwszych lat studiów kierunku matematyczno-fizycznego oraz dla osób chcących rozszerzyć swoje wiadomości z astronomii nabyte przy lekturze astronomicznych broszur popularnonaukowych.

W polskiej literaturze astronomicznej dzieło prof. E. Rybki jest cenną pozycją; jest jedynym nowoczesnym, pełnym kursem astronomii ogólnej w języku polskim; stanowiło i stanowić będzie zapewne (w następnych wydaniach) wprowadzenie do nauki astronomii dla licznych astronomów i fizyków. Wiele rozdziałów i ujęć w recenzowanej książce jest napisane bardzo dobrze — wymienię przykładowo: wyczerpujący rozdział o Słońcu, jasne i ścisłe przedstawienie trudnego zagadnienia wyznaczania współrzędnych absolutnych gwiazd, ustępy poświęcone problemowi dwóch ciał. Użyteczność pracy recenzenta polega jednak, jak sądzę, raczej na krytyce niż na pochwałach — choćby dlatego, że krytyka sugeruje ewentualne zmiany, które można by wprowadzić w następnych wydaniach.

Przechodząc do poświęconej krytyce części recenzji zacznę od uwagi, że zarówno dobór materiału, jak i sposób jego ujęcia nasuwają pewne zastrzeżenia.

Astronomia Ogólna prof. E. Rybki zawiera ogromną ilość informacji historycznych i podaje mnóstwo nazwisk i dat; zawiera też dużo zestawień i tabel — i to stanowi, w szczególności, o jej wartości. Sądzę jednak, że czasem Autor jest zbyt wielomówny w rzeczach nieistotnych — w rzeczach istotnych czasem zbyt zwięzły, nawet powierzchowny. Daje dużo wiadomości o charakterze opisowym, ale jakie są istotne konsekwencje opisanych faktów i procesów, o tym mówi w kilku wierszach, albo nie mówi wcale.

Może warto dać kilka przykładów charakterystycznych dla metody wykładu Autora. Na str. 235 Autor szczegółowo informuje, że już w roku 1821 Fraunhofer czynił próby obserwacji widma słonecznego za pomocą siatek złożonych z równoległych drucików; dowiadujemy się dalej, iż stosował on następnie siatki ryte diamentem na szkle dochodząc do 3000 linii na cm; informuje dalej Autor, iż pod koniec XIX w. Rowland rył je nie na szkle, lecz na polerowanym metalu zwierciadlanym dochodząc do 17 000 linii na cm; dowiadujemy się wreszcie, że stosowane obecnie do obserwacji Słońca siatki dyfrakcyjne liczą najczęściej około 6000 linii na cm. Wydawałoby się, że po takim opisie winny nastąpić wyjaśnienia, co daje postęp w tej dziedzinie i co zależy od ilości linii i ewentualnie od ich kształtu — takich wyjaśnień nie ma.

Inny przykład. W rozdziale o gwiazdach zaćmieniowych jest powiedziane (s. 382), że zmienność Algola odkrył Montanari w 1670 r., że Goodricke

w Anglii, około roku 1780 wypowiedział trafny pogląd co do przyczyny zmian blasku Algola, że miał wówczas 18 lat i że umarł mając lat 22. W dysproporcji do tej ilości informacji i do mnóstwa innych, zresztą interesujących, danych o krzywych zmian blasku gwiazd zaćmieniowych są krótkie wiadomości (zawarte w kilku pierwszych wierszach na s. 385) o tym, czego (i jak) możemy się dowiedzieć o fizycznych charakterystykach gwiazd zaćmieniowych na podstawie analizy ich krzywych zmian jasności.

Znacznie gorzej jest, gdy do wielosłowności opisu i skrótowego traktowania albo pomijania teorii zjawiska dołącza się pewna powierzchowność. Weźmy następujący przykład. W ustępie 235 (s. 431) Autor daje opis systematycznych ruchów gwiazd; podane jest wiele nazwisk i wiele dat, ale opis jest czysto morfologiczny i żadnego wytłumaczenia dwóch prądów gwiazd nie podano; kilka stron dalej (s. 434) Autor daje opis obrotu Galaktyki i w zakończeniu odnośnego ustępu pisze: „Tym sposobem teoria ruchu obrotowego Galaktyki czyni zbędnym założenie istnienia dwóch prądów gwiazdowych“. Jest tu jakieś nieporozumienie.

Ustępy 199 do 203 (w sumie 9 stron) poświęcone są zagadnieniom wewnętrznej budowy gwiazd; omówiona jest nawet teoria gazu zdegenerowanego i znalazło się miejsce na zacytowanie zupełnie już nieaktualnych wyników Eddingtona sprzed 30 lat odnośnie temperatury i gęstości we wnętrzu Słońca — ale ani w paru wierszach nie wspomniano o fundamentalnym dla tego działu astrofizyki twierdzeniu, że przy danym modelu gwiazdy jej skład chemiczny i masa w zupełności określają jej rozmiar i jasność; przecież ten teoremat stanowi podstawę teoretyczną interpretacji zarówno zależności masa-jasność, jak i przebiegu linii, wzdłuż których układają się gwiazdy na diagramie Hertzsprunga-Russella.

Krytykując dysproporcję między treściami istotnymi a częścią opisową i historyczną, recenzent pragnie jednak wyraźnie podkreślić, że w owych w zasadzie marginesowych danych zebrano wiele wartościowych informacji i że czyta je się z zainteresowaniem.

Przejdę poniżej do zestawienia niektórych uwag i zastrzeżeń, które nasunęły mi się przy lekturze kolejnych rozdziałów książki.

W rozdziale poświęconym układowi współrzędnych Autor nie zajmuje się rozróżnieniem między współrzędnymi geograficznymi, geodezyjnymi i astronomicznymi; jest to rozróżnienie dosyć istotne, jeśli chcemy uzyskać głębszy wgląd w sprawę stosunku elipsoidy ziemskiej do geoidy.

W rozdziale poświęconym zagadnieniom astronomii praktycznej Autor sporo miejsca (przeszło 2 strony) poświęca opisowi sekstansu, ale nie tłumaczy, dlaczego właśnie sekstans jest przyrządem odpowiednim do wykonywania pomiarów z kołyszącego się pokładu okrętu. Wiem z doświadczenia, że student przygotowujący się z podręcznika Autora z reguły nie umie dać na to pytanie odpowiedzi.

Na s. 106 i 107 Autor omawia zagadnienie nierównomierności upływu czasu mierzonego obrotem Ziemi stwierdzając, że Ziemia może się spieszyć lub spóźniać nawet o 1 sekundę w porównaniu z zegarem idealnym; jest to chyba nieporozumienie — poprawki zegara-ziemi dochodzą w ciągu ostatnich dwustu lat do kilkudziesięciu sekund.

W rozdziale poświęconym Księżycowi, omawiając zagadnienie jego libracji, Autor nie wymienia libracji fizycznej.

W rozdziale poświęconym ruchom planet Autor szczegółowo omawia odkrycie Kopernika i znaczenie tego odkrycia zarówno filozoficzne, jak i dla dalszego rozwoju astronomii, nie wspomina jednak wyraźnie, że Kopernik był pierwszym uczonym,

k który zmierzył odległości w układzie planetarnym: jego odkrycie umożliwiło mu wyrażenie odległości planet od Słońca w odległościach Ziemia—Słońce.

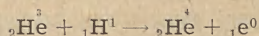
W rozdziale zatytułowanym „Mechanika nieba“ prof. E. R y b k a szczegółowo zajmuje się problemem dwóch ciał i w odnośnych rozważaniach używa rachunku różniczkowego i całkowego. Wydaje mi się, że rozważania te są bardzo na miejscu, gdyż zwykle w podręcznikach mechaniki teoretycznej ruch keplerowski traktowany jest zwięźle. Mam natomiast wątpliwości, czy było celowe wypisywanie równań ruchu dla zagadnienia trzech ciał po to tylko, by wyprowadzić z nich całki ruchu środka masy i całki pól. Wydaje mi się, że bardziej celowe byłoby poświęcenie więcej miejsca jakościowemu opisowi trudności, na które napotykamy w problemie trzech ciał, i bardziej szczegółowemu opisowi ogólnych perturbacji ruchów planet.

W ustępie poświęconym prawom promieniowania, na s. 232 Autor podaje definicję lokalnej równowagi termodynamicznej; jest to nieporozumienie, gdyż podana definicja określa równowagę promienistą.

Na s. 248, mówiąc o identyfikacji linii emisyjnych w koronie, Autor nie zaznacza, że są to linie wzbronione. Również nie wspomina o bardzo istotnej sprawie związku między zewnętrzną koroną a materią dającą efekt światła zodiakalnego.

W rozdziale o budowie gwiazd, omawiając nowsze teorie, Autor pisze (s. 368), iż znajomość składu chemicznego gwiazdy potrzebna jest ze względu na to, że w równaniach określających stan materii wewnątrz gwiazdy występuje średnia masa cząsteczkowa gazu; jest to chyba zbyt daleko idące uproszczenie, gdyż skład chemiczny wchodzi w odnośne równania również poprzez współczynnik nieprzeźroczystości i przez parametr charakteryzujący wydajność procesów produkcji energii.

Jako ostatnią reakcję cyklu protonowego podaje Autor (s. 372) reakcję



jest ona dużo mniej prawdopodobna niż reakcja



Twierdzenie (s. 398), że gwiazda nowa często przekształca się stopniowo w mgławicę planetarną jest chyba sformułowane zbyt stanowczo.

W ustępie poświęconym magnetyzmowi materii międzygwiazdowej (s. 417) orientacja ziaren kosmicznych odpowiedzialnych za polaryzację światła gwiazd jest podana mylnie.

Wyprowadzenie wzoru 321 na s. 428 jest wysoce mylące: to nie składowa radialna drogi przebytej średnio w ciągu roku przez grupę gwiazd jest widzialna ze Słońca pod kątem τ , lecz można przyjąć przy założeniu przypadkowego rozkładu prędkości, iż średnia wartość składowej radialnej jest równa średniej wartości składowej τ .

Drobnym, ale istotnym z punktu widzenia dydaktycznego brakiem opisu obrotu Galaktyki (s. 434 i nast.) jest to, że Autor nie mówi nigdzie wyraźnie (domyśleć się tego można jedynie pośrednio), jaki jest kierunek obrotu Galaktyki.

Autor referuje dopiero na s. 446 odkrycie Baadego prowadzące do podwojenia wszystkich odległości we wszechświecie opartych na prawie cefeid; na s. 389, na rys. 150 pozostała dawna skala wielkości absolutnych.

Przy omawianiu zagadnień kosmogonicznych pominięto nader ważną sprawę ewolucji materii we wszechświecie. Z pewnością nie z winy Autora, a na skutek długiego cyklu produkcyjnego książki, rozdział o kosmogonii jest już nieco przestarzały.

Stefan Piotrowski

J. Bratkowska, Z. Bratkowski, Z. Bodnar, T. Gutkowski, A. Sidorowicz, T. Wagnerowski *Podstawy optyki instrumentalnej*, PWT, Warszawa 1957, str. 432 (cena 55 zł).

Charakteryzując ogólnie omawiany podręcznik należy stwierdzić, że jest on przeznaczony dla osób stykających się z bardziej rozpowszechnionym i raczej typowym sprzętem optycznym. Nie zostały uwzględnione np. przyrządy służące do analizy spektralnej, fotometryczne, polaryzacyjne itp. Odnosi się wrażenie, że wydawnictwu chodziło głównie o przyrządy produkowane w kraju. Temat ujęty jest z punktu widzenia zagadnień konstrukcyjnych (projektowanie przyrządów).

Książka jest przeto przeznaczona przede wszystkim dla osób związanych w jakikolwiek sposób z budową przyrządów optycznych, a w mniejszym stopniu dla użytkowników tych przyrządów. Wydawnictwo przeznaczyło książkę dla stosunkowo szerokiego kręgu czytelników (nawet samoucy!) nie mających specjalnego przygotowania z zakresu optyki. Można obawiać się, że jednak książka nie zdoła zaspokoić w dostatecznym stopniu potrzeb tych wszystkich potencjalnych czytelników.

W związku z powyższym pozostaje wprowadzenie do podręcznika znacznej ilości materiału typowego, zawartego w każdym podręczniku optyki na wyższym poziomie (por. np. podręcznik optyki Sz. Szczeniowskiego). A trzeba właśnie pamiętać, że mamy już kilka dobrych podręczników optyki zapewniających rzetelne wprowadzenie naukowe do omawianej dyscypliny. Tymczasem w podręczniku recenzowanym nie można było tego uczynić ze względu na brak miejsca. Wydaje się, że wystarczyłoby bardzo encyklopedyczne zestawienie tylko podstawowych pojęć, praw i oznaczeń.

Nawiązanie do istniejących podręczników pozwoliłoby niewątpliwie poświęcić więcej uwagi rozwinięciu właściwego tematu, którym jest optyka stosowana.

Sądzę, że i w obecnej postaci książka ta powinna być pożyteczna ze względu na potrzeby budującego się u nas przemysłu optycznego oraz stałe rozszerzanie się kręgu użytkowników przyrządów optycznych.

W omawianej tu pracy wyróżniają się dosyć wyraźnie dwie części: jedna wstępna (około 50% objętości książki) poświęcona podstawom fizycznym zjawisk optycznych oraz elementom fizjologii procesu widzenia, druga zawierająca opis prostych elementów optycznych, ich układów oraz przyrządów optycznych.

W części wstępnej czytelnik dowiaduje się najpierw o podstawowych prawach optyki geometrycznej oraz o ogólnych metodach rachunkowego ujmowania jej zjawisk. Następnie zapoznaje się dosyć szeroko z różnymi wadami układów optycznych, a więc z aberracją sferyczną i chromatyczną, komą, astygmatyzmem itd. Po zaznajomieniu się z zagadnieniami związanymi z wytwarzaniem obrazów przez układy optyczne czytelnik zostaje wprowadzony w dziedzinę fotometrii stanowiącej przejście do problematyki jasności obrazów. Z kolei podstawy zrozumienia bardziej subtelnych szczegółów tworzenia obrazów uzyskuje czytelnik w rozdz. III zajmującym się optyką fizyczną. Część wstępną zamyka rozdział dotyczący procesu widzenia.

Część druga zaczyna się od rozdziału traktującego o szklach okularowych, co stanowi bardziej specjalne zagadnienie optyki stosowanej. Dalej omówione są najprostsze elementy optyczne i ich układy, a w końcu podstawowe przyrządy optyczne.

Niewątpliwie napisanie recenzowanego podręcznika przedstawiało poważne trudności zarówno ze względu na nieustalone słownictwo, a nawet niekiedy brak odpowiednich terminów w języku polskim, jak i ze względu na dostosowanie zakresu i poziomu do potrzeb czytelników.

Z opinią o podręczniku należałoby wprawdzie poczekać do chwili, kiedy wypowiedzą się czytelnicy, recenzentowi wydaje się jednak, że już obecnie można powiedzieć, że autorzy wywiązali się z trudnego zadania na ogół dobrze. Omawiane w podręczniku zagadnienia przedstawione są, chociaż zwięźle, to jednak na ogół jasno i zrozumiale. Konkretnie przykłady obliczeń zwiększają przystępność i zapewniają większą korzyść z książki.

Niestety dają się zauważyć pewne — niekiedy nawet znaczne — braki. A więc przede wszystkim odnośnie zakresu podręcznika — zwięzłego zresztą — wydaje się, że należało przynajmniej wspomnieć o mikroskopie interferencyjnym, o roli powierzchni asferycznych, jak również poświęcić nieco więcej uwagi materiałom optycznym (np. zestawienie dwuwymiarowe gatunków materiałów optycznych w układzie współrzędnych: współczynnik załamania n — współczynnik dyspersji ν) można było wspomnieć o szklach organicznych.

Poza tym rzuca się w oczy pewien brak koordynacji (redakcyjnej!) poszczególnych części, i tak szereg zagadnień powtarza się, a więc w §§ 1 i 2 znajdujemy nieco różne definicje tego samego pojęcia pęku promieni; raz czytamy o mocy optycznej, a drugi raz o zdolności zbierającej; warstwy przeciwodblaskowe są omawiane niezależnie dwa razy; wielu pozycji skorowidza nie można odnaleźć na wskazaną w nim stronie; w spisie treści dwa razy figuruje pozycja: Układ Porro drugiego rodzaju; ciekawostkę może stanowić pisownia wyrazu łacińskiego punkt: punktum! itd.

A teraz pragnę przykładowo zwrócić uwagę na kilka błędów: na str. 134 dowiadujemy się, że jednostkami energii świetlnej mogą być zarówno ergi, jak i waty; na tejże stronie mówi się, że maksimum czułości oka przypada na barwę żółtą (zresztą w innej części podręcznika podano poprawnie barwę żółtozieloną). Inny przykład (s. 143): „wskazania włączonego galwanometru (galwanometr połączony szeregowo z fotoogniwem — przyp. recenzenta) będą odpowiadały natężeniu fotoprądu pod warunkiem, że obwód wewnętrzny ma mały opór w stosunku do oporu warstwy zaporowej“ — chodziło zapewne o liniowość wskazań galwanometru w funkcji natężenia światła.

Nie można nie napomknąć szerokiego stosowania w podręczniku żargonu laboratoryjnego, co jest tym bardziej szkodliwe, że podręcznik jest przeznaczony zasadniczo dla czytelników nie mających specjalnego przygotowania. A więc na s. 11 i 144 mówi się o padaniu strumienia świetlnego, na s. 139 czytamy o natężeniu światła lampy mierzonej w kierunku ławy, na s. 146 znajdujemy wyrażenie: mierzony filtr, na s. 148: krótsze fale widzimy jako fioletowe... s. 149: wrażenie światła wywołuje wektor E itd. itd.

Poza tym znajdujemy szereg nieściśłości: na s. 141 i 142 mówi się o odbiciu światła, gdy tymczasem chodzi tam o rozproszenie światła (ściślej odbicie rozproszone). Nieściśłe opisane jest działanie fotokomórek na s. 143. Jako zakres widma widzialnego podaje się (s. 148), $0,38-0,77\mu$, w innym miejscu $0,40-0,76\mu$ — należało tymczasem podkreślić, że w ogóle chodzi tu o pewien przeciętny stan rzeczy. Na s. 153 mówi się o położeniu maksimum w widmie ciągłym — otóż należy pamiętać, że w ogólności to położenie zależy od tego, czy widma przedstawiamy w skali dłu-

gości fali, czy też częstości. Słuszność takiego czy innego przedstawienia zależy od rodzaju zagadnienia. Mówiąc o widmie lamp, w których zachodzi wyładowanie, trzeba pamiętać, że jeśli wyładowanie ma charakter łuku wysokoprężnego, wówczas pojawia się tło ciągłe. Nieściśle potraktowano zagadnienie spójności, jak również interferencji (s. 156) — w tym drugim przypadku należało podkreślić, że nakładają się fale o tym samym kierunku drgań. Jako zasada Huyghensa—Fresnela została podana na s. 172 zasada Huyghensa itd.

Z braku miejsca nie mogę już szerzej wskazać tych licznych niejasności, błędów językowych, stylistycznych, terminologicznych oraz nic nie mówiących, niekiedy wręcz błędnych, ogólników. Ograniczę się jedynie do kilku przykładów.

Na s. 310 mówi się o powstawaniu na granicy otworu dwóch fal kulistych — co jest zupełnie niejasne. Na s. 25 mowa o odległości obrazu do osi, albo na s. 148 — promienie γ w y d z i e l a n e...

Autor jednej z części (s. 144) wprowadza termin nieprzeświecający, kiedy z dawnien dawna stosujemy termin: nieprzezroczysty. Zamiast o absorpcji mówi się o tłumieniu, zamiast *à vision directe* — proste widzenie. Albo taka próbka tekstu (s. 142): „światło posiada zdolność wywoływania w pewnych metalach prądu elektrycznego“. Dalej dowiadujemy się, że chodzi o fotoefekt!

Trzeba przyznać, że książka została dobrze wydana, na ładnym papierze, szata graficzna staranna, jednak korekta niezbyt dobra, czego wyrazem są liczne erraty dołączone do podręcznika oraz równie liczne, a nie zauważone, błędy w tekście.

Kazimierz Rosiński

TREŚĆ

<i>Zygmunt A. Klemensiewicz</i> — <i>Marian Smoluchowski. Wspomnienia sprzed lat czterdziestu</i>	95
<i>Grzegorz Białkowski, Jerzy Wrzecionko</i> — <i>Zagadnienie parzystości we współczesnej fizyce</i>	109
<i>Hugo Steinhaus</i> — <i>Rola matematyki (sprawozdanie z konferencji)</i>	123
<i>Józef Witkowski</i> — <i>Pochodzenie komet</i>	153
<i>Ewa Stupnicka</i> — <i>Problemy geologii Antarktydy</i>	161

KRONIKA NAUKOWA

<i>Jerzy Minczewski</i> — <i>III Ogólnopolska Konferencja Analityczna w Warszawie 20—23 listopada 1957</i>	175
<i>Maria Miąsek</i> — <i>Sprawozdanie z I Zjazdu Fizyków Czechosłowackich</i> . . .	177

RECENZJE

<i>Stefan Piotrowski</i> — <i>E. Rybka: Astronomia ogólna</i>	181
<i>Kazimierz Rosiński</i> — <i>J. Bratkowska, Z. Bratkowski, Z. Bondar, T. Gutkowski, A. Sidorowicz, T. Wagnerowski: Podstawy optyki instrumentalnej</i> . . .	184

WARUNKI PRENUMERATY

Cena rocznie zł 60.—, półrocznie zł 30.—. Zamówienia i wpłaty przyjmują: Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, Miodowa nr 10. Konto PKO nr 1-6-100.214, Centrala Kolportażu „Ruch“, Warszawa ul. Srebrna 12. Konto PKO nr 1-6-100.020. Oddziały i Delegatury „Ruchu“ Urzędy pocztowe.

Prenumerata ze zleceniem za granicę — rocznie 84.—. Zamówienia dla zagranicy przyjmuje Przedsiębiorstwo Kolportażu Wydawnictw Zagranicznych „Ruch“, Warszawa, ul. Wilcza 46. Konto PKO nr 1-6-100.024

Bieżące numery do nabycia w księgarniach naukowych Domu Książki i we Wzorcowni PWN, Warszawa, ul. Miodowa 10

Informacji w sprawie sprzedaży egzemplarzy z poprzednich okresów udziela Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Dział Czasopism, Warszawa, ul. Miodowa nr 10

Cena zł 15.-