

XI. KOBIETY W NAUKACH ŚCISŁYCH.

Odczyt wygłoszony w Związku Naukowo-Literackim we Lwowie, w r. 1912-ym:
Rok polski, 1918.

Człowiek starej daty, który znalazłby się na dzisiejszym zebraniu, zadziwiłby się niemało już samym doбором tematu, o którym mam mówić. Kobiety w naukach ścisłych? Wszak aż do ostatnich czasów temi naukami nie zajmowały się wogóle nigdy i przyczynek kobiet do rozwoju nauk ścisłych jest znikomo mały. Na tem też istotnie opierał się jeden z głównych argumentów, mających uzasadnić rzekomą niższość intelektualną kobiet. Nie zajmują się matematyką, ani fizyką, ani chemią, gdyż nie są zdolne do tego, gdyż wogóle nie potrafią myśleć logicznie! Sztuka, literatura są dla nich jeszcze przystępne; ale nauki, wymagające przed wszystkimi innymi matematycznej ścisłości myślenia i chlubiące się mianem nauk ścisłych, te nauki zawsze pozostaną im obce.

Dziś zapatrywania ogółu na tę sprawę już znacznie się zmieniły. Dogmat o zasadniczej nielogiczności umysłu kobiecego przeszedł do składu starych przesądów. Zapewne, dużo jest i takich kobiet, które mówią, podług Sienkiewicza, że dwa i dwa to jest lampa; ale odkąd szkoły średnie, a częściowo i wyższe, otworzono kobietom, odkąd wogóle poziom wykształcenia ich zbliżył się do poziomu wykształcenia męskiego, spostrzeżono ze zdziwieniem, że kobiety potrafią całkiem dobrze myśleć, jeżeli przeszły odpowiednie wykształcenie i jeżeli do tego mają ochotę.

Absolwentki gimnazjów naszych niegorzej i nielepiej znają się na sinusach, cosinusach, logarytmach niż chłopcy; na uniwersytecie słuchają również wykładów matematyki wyższej, fizyki, chemii, z równym skutkiem. Profesorowie, którzy pod tym względem nabrali doświadczenia, twierdzą, że studentki nawet może przewyż-

sają studentów w bystrości pojmowania, sumiennej pilności oraz w łatwości przyswajania sobie materiału, jakkolwiek pod innym względem, co do samodzielności myślenia, mężczyźni stoją wyżej.

W Anglii i Ameryce od znacznie dłuższego już czasu niż u nas studjum uniwersyteckie jest dostępne dla kobiet; początek zrobiły Queen's College i Bedford College, należące do Uniwersytetu w Londynie, które już od roku 1848 dają im wyższe wykształcenie; tam też liczba kobiet, które złożyły egzamina uniwersyteckie, które zdobyły stopnie naukowe, bakalaureaty, doktoraty w dziedzinie nauk ścisłych, jest olbrzymia. W Ameryce kobiety jako nauczycielki w szkołach niższych i średnich zajmują miejsce pierwszorzędne, wypierają nawet coraz bardziej zajmują miejsce pierwszorzędne, wszak wiemy, że posiadają wogóle zamiłowanie i zdolność do pracy pedagogicznej, a zrozumienie dla nauki mają takie samo jak mężczyźni. Spotykamy się tam z coraz bardziej rosnącą liczbą kobiet-profesorów, wykładających matematykę, fizykę, chemję i nauki opiszowo-przyrodnicze na stopniu uniwersyteckim. Słynny uniwersytet w Cambridge, ognisko nauk ścisłych w Anglii, obejmuje w liczbie 17 kolegów także dwa kolegą, wyłącznie dla kobiet przeznaczone, Girton College i Newnham College, w których cały personel nauczycielski jest kobiecy. W Stanach Zjednoczonych istnieją dwa uniwersytety dla kobiet: Bryn Mawr College w Pensylwanji i Wellesley College w Massachusetts. Pierwszy posiada personel mieszany; profesorami fizyki i chemji są tam mężczyźni, podczas gdy katedrę matematyki wyższej zajmuje od przeszło 20 lat panna Charlotte Scott, podobno matematyczka niepośledniej miary. W drugim wszystkie profesury są zajęte przez kobiety.

Nie ulega zatem wątpliwości i każdy to dzisiaj przyznać musi, że między kobietami znajduje się spora liczba, może niemniej niż między mężczyznami, takich, które potrafią zdobyć gruntowne wykształcenie w zakresie nauk ścisłych, które są zdolne objąć cały obszar i całą głębię tych nauk. Są one zdolne do uczenia się, a także zdolne do uczenia innych; ale nasuwa się jeszcze kwestja (i nią głównie dzisiaj zajmujemy się): czy są one zdolne do samodzielnej twórczej pracy naukowej i czy dorównują mężczyznom w produktywności naukowej?

Pod tym względem niewątpliwie sprawa przedstawia się odmiennie. Do tego stosują się słowa na wstępie powiedziane, że aż do bardzo niedawna zasługi kobiet koło postępu nauk ścisłych były

prawie równe zeru. Nawet i dzisiaj produktywność naukowa kobiet, z wyjątkiem jednej, o której jeszcze dalej będzie mowa, w zakresie tych nauk jest *une quantité négligeable*, pomimo że ich twórczość w literaturze, sztuce, poezji tak zaszczytne, często pierwszorzędne zajmuje miejsce.

Możnaby przytoczyć z pewnością sporo nazwisk kobiet uczonych, które stworzyły prace pewnej wartości naukowej. Niedawno np. zwrócono uwagę na badania pewnej Angielki, Mrs. Fulhame, z zakresu chemii, wydane w Londynie 1794 r., w której autorka podała różne zajmujące spostrzeżenia nad tem, co dzisiaj nazywamy roztworami koloidalnymi złota i srebra.

Z dzisiejszych czasów wymienię Mrs. Sidgwick, siostrę byłego premjera Balfoura, wdowę po profesorze H. Sidgwick, stojącą dzisiaj na czele Newnham College w Cambridge, która w latach 1880—84 brała udział w nadzwyczajnie starannych, precyzyjnych pracach doświadczalnych słynnego fizyka Lorda Rayleigh nad ustaleniem jednostek elektrycznych. Wymienię wypadła dalej Mrs. Herthę Ayrton, żonę profesora Ayrtona w Londynie, która wykonała interesujące badania nad łukiem elektrycznym, ogłosiła dzieło naukowe o tym przedmiocie, w roku 1902 nawet była proponowana na członka *Royal Society* w Londynie, jednak ze względów formalnych (t. j. z powodu, że jest kobietą) nie została wybrana. Możliwość wymienić p. Agnes Pockels, Miss Benson, p. Van der Noot, które wykonywały badania eksperymentalne z dziedziny zjawisk włoskowatości, p. Liżę Meitner, pracującą na polu promieniotwórczości; zapewne jeszcze niejedno inne nazwisko możnaby dorzucić z zakresu matematyki, chemii lub astronomii.

Przyznać jednak trzeba, że nazwiska te utkwiły nam w pamięci właśnie tylko dlatego, że były to kobiety, sam zaś przyczynek naukowy od autorek tych pochodzący, jest tak drobnny, że ginie w powodzi prac równie ważnych lub bezporównania ważniejszych, które inni uczeni wykonali i wykonywają.

Ażebym nie polegać wyłącznie na własnym subiektywnym sądzie, biorę do ręki Auerbacha *Geschichtstafeln der Physik*, zawierające wyczerpujące wszystkich ważniejszych odkryć i badań na polu fizyki oraz nauk pokrewnych i żadnego z owych nazwisk tam nie znajduję. Pośród przeszło 1300 nazwisk tam wymienionych spotykamy tylko trzy nazwiska kobiet; sądzę, że istotnie jedynie te trzy nazwiska mają znaczenie więcej niż efemeryczne w historii nauk

ścisłych; wypada nam obecnie zająć się niemi nieco bardziej szczegółowo, jeżeli pragniemy wyrobić sobie zdanie o istotnych zasługach uczonych kobiet.

Są to: Mademoiselle Sophie Germain, Zofja Kowalewska i p. Marja ze Skłodowskich Curie. Mademoiselle Sophie Germain jest znana w fizyce teoretycznej jako autorka słynnej pracy o drganiach płyt sprężystych, która co prawda później okazała się błędna, ale mimo to miała pewne znaczenie dla postępu nauki. Ażebym przedmiot tych badań bliżej objaśnić, pozwolę sobie przypomnieć efektowne doświadczenia, w których płyty sprężyste, np. okrągłe albo kwadratowe kawały grubej blachy mosiężnej, umocowane na odpowiednim statywie, zostają pobudzone do drgań poprzecznych, np. zapomocą pociągnięcia smyczka skrzypcowego w jednym punkcie brzegu. Jeżeli na taką płytę nasypimy nieco miłkiego piasku, wówczas drgania układają go w ładne regularne figury, których kształt zależy od kształtu płyty oraz od sposobu, jak została pobudzona do drgań. Odkrył to zjawisko Chladni pod koniec XVIII wieku; podług niego nazwano je „*Chladni'sche Klangfiguren*“; doświadczenia te, spopularyzowane przez dzieła Chladniego (1802 r.) i przez jego wykłady publiczne, nabyły szerokiego wówczas rozgłosu w Niemczech i Francji. Na życzenie Napoleona, którego zajęły te doświadczenia, Akademia paryska rozpisała w roku 1809 nagrodę za pracę, któraby te zjawiska teoretycznie wyjaśniła. Chodziło tu zatem o rozwiązanie problemu matematycznego: jak drgania takiej płyty odbywają się, a było to tem trudniejsze, że ogólna, matematyczna teoria zjawisk sprężystości wówczas jeszcze nie była znana. W roku 1811 panna Germain nadesłała pracę Akademii; słynny matematyk Lagrange jednak, który zasiadał w Komisji sądującej, odkrył błąd w rachunkach. W poprawionej postaci praca znów została przedstawiona Akademii i w roku 1815 nagroda została przyznana autorce, która w dalszym ciągu jeszcze uzupełniała swe badania nad tym przedmiotem.

Wiemy dzisiaj, jak wspomniałem, że część wyników owych prac, także poprawionej, była błędna. W tego rodzaju zagadnieniach chodzi o wyprowadzenie tak zwanego równania różniczkowego, które wyznacza zachowanie się punktów powierzchni płyty, powtórę o wyprowadzenie t. zw. warunków krańcowych, które określają sposób, jak brzegi płyty podczas ruchu zachowują się. Pierwsze

równanie było poprawne, ale warunki krańcowe były błędne; wskutek tego też sam rezultat końcowy był mylny.

Jest to zresztą przedmiot najeżony niezwykle trudnościami. Znany matematyk Poisson, powracając do tego samego problemu w roku 1829, podał inne warunki krańcowe niż panna Germain, ale również błędne. Dopiero Kirchhoff w r. 1850 znalazł właściwe, do owego przypadku stosujące się warunki krańcowe i podał zupełne rozwiązanie zagadnienia dla płyt okrągłych, ale odpowiedni rachunek dla płyt kwadratowych przedstawia takie trudności, że po licznych usiłowaniach różnych fizyków i matematyków dopiero przed trzema laty (1909) jego rozwiązanie zostało znalezione. Dokonał tego niezwykle utalentowany, w wieku młodocianym (trzydziestu lat) zmarły fizyk szwajcarski Walter Ritz, któremu przyznana została za to nagroda Akademii paryskiej *Prix Lecomte*, niestety już po śmierci.

Powracając do pracy panny Zofji Germain, przyznać trzeba, że był to czyn naukowy, wybitny na owe czasy, i jako taki też mimo późniejszej krytyki zachowuje miejsce zaszczytne w historii fizyki matematycznej. Co do osobistości autorki, niewiele podać potrafie szczegółów interesujących, gdyż życie jej nie odznaczało się barwnością wypadków, w jaskrawym przeciwieństwie do epoki, na którą przypadało: 1776 aż do 1831. Znakomity leksykon biograficzny nauk ścisłych Poggendorffa powiada lakonicznie: „*Keine nähere Nachricht von ihren Lebensverhältnissen; war unverheiratet*“, natomiast w *Biographie Universelle Michaud* znajdujemy życiorys szczegółowy, napisany z dużym ciepłem. Zdaje się, że nie przypadek, iż właśnie na burzę rewolucji francuskiej przypada pojawienie się osobistości tak niezwyklej jak panna Germain.

Nie dążyła ona jednak śladem kobiet, które na równi z mężczyznami walczyły na barykadach. Przeciwnie, przeraziła ją zgiełk wojny domowej, w której i jej rodzina bezpośredni brała udział, gdyż ojciec jej był członkiem *de l'Assemblée Constituante*. Za ideał jako dziecko 13-letnie obrała sobie Archimedes, który, zadumany w geometrycznych poszukiwaniach, nie zauważył, że nieprzyjaciel zajął miasto obleżone i wtargnął do jego domu. Odtąd, mimo oporu rodziców, poświęciła się studjowaniu dzieł matematycznych, kształcąc się jako samouk, często nawet potajemnie spędzając noce nad książką.

Słynny matematyk Lagrange poznał się na jej zdolnościach, gdy później pod przybranym nazwiskiem, podając się za ucznia szkoły politechnicznej, jemu przesłała swe wypracowania matematyczne. Dowiedziawszy się przypadkowo, kto był ich autorem, odwiedził pannę Germain; odtąd zapoznali się z nią i schadzali się w jej domu wybitni uczeni, pociągani przez osobistość uczzonej matematyczki i przez jej dar konwersacji; biograf powiada, że jej rozmowa posiadała elegancję pięknego wzoru matematycznego Laplace'a, a często nawet odznaczała się natchnieniem poetycznym. Panna Germain ubóstwiała przede wszystkim harmonję i porządek; badała prawa matematyki, podziwiała wieczny porządek w prawach przyrody, pragnęła porządku, harmonji i sprawiedliwości w urządzeniach społecznych. Nie znając nawet bliższych szczegółów biograficznych, sądząc jedynie podług działalności naukowej panny Germain, poznajemy, że trzeba ją zaliczyć do typów umysłowych, które Ostwald nazywa „klasykami“, w przeciwstawieniu do „romantyków“. Czyż nie jest to charakterystyczne, że w ciągu 17 lat wciąż zajmowała się tem samem, dość zresztą specjalnem zagadnieniem, że napisała pięć prac o tym przedmiocie, stopniowo poprawiając i uzupełniając swoje badania, że żadną inną wybitniejszą pracą nie wślawiła się. Świadczy to o skłonności do ciągłych, cierpliwych i starannych usiłowań w jednym kierunku, jakiej niejednej mężczyzna mógłby pozazdrościć.

Odminnym typem umysłowym była druga uczona, przedtem wymieniona: Zofja Kowalewska; jej umysłowość, objawiająca się w nauce, łączyła się ściśle z usposobieniem, które znamy z biografji, z listów i pamiętników. Charakter niestały, zmienny w sympatjach i antypatjach, działający impulsywnie, często wprost nierozsądnie, bez zastanowienia, usposobienie, wahające się między ekstazą a przynębieniem, umysł nadzwyczajnie ruchliwy, garmący się z zapalem do wszystkiego, co zajmujące i porywające, do nauki, literatury, socjalizmu, prądów wolnościowych. A w badaniach naukowych: czyż to nie uderzające, że prace, które ogłosiła, w liczbie sześciu, odnoszą się do pięciu najzupełniej różnych, odrębnych przedmiotów. Pierwszą, rozprawa doktorska, dotyczyła teorii cząstkowych równań różniczkowych; w drugiej autorka opracowywała pewne zagadnienia z nadzwyczajnie trudnej i nieprzystępnej dziedziny matematyki, t. zw. całek Abela; trzecia rozprawa odnosiła się do przedmiotu z zakresu fizyki teoretycznej: do załamania światła.

w ośrodkach krystalicznych, czwarta do badań Laplace'a nad obiegami Saturna, wreszcie piąta i szósta praca do pewnego klasycznego zagadnienia z dziedziny mechaniki, ruchu obrotowego ciała sztywnego. Te ostatnie dwie prace wstawiły imię Kowalewskiej i za nie została ona nagrodzona przez Akademię paryską przyznaniem nagrody Prix Bordin (1888).

Ażeby kilku słowami wyjaśnić, co jest przedmiotem tego zagadnienia, pozwolę sobie przypomnieć zabawkę dziecinną: bąk wirujący. Jeżeli postawimy na stole bąk, nie wprowadzając go w ruch obrotowy, tak, ażeby koniec jego osi utkwiał w małym wydrążeniu, bąk mimo to przewróci się pod działaniem ciężkości. Jeżeli mu jednak nadamy ruch obrotowy, bąk zachowywa się odmiennie, nie wywraca się pod wpływem ciężkości, lecz tak się porusza, że oś jego opisuje rodzaj stożka nakoło pionu. Ruch ten można obliczyć z całą ścisłością na podstawie zasad mechaniki; można dokładnie przewidzieć, jakie kolejne pozycje oś będzie zajmowała, z jaką prędkością będzie zmieniała swój kierunek i t. d. Już Lagrange rozwiązał to zagadnienie pod koniec wieku ośmiastego. Natomiast, mimo licznych wysiłków nie udało się matematykom rozwiązać zadania ogólnego, w przypadku, gdy kształt ciała obracającego się nie ma symetrii obrotowej jak bąk, lecz jest dowolny i gdy stały punkt, około którego obrót odbywa się, ma dowolne położenie. Kowalewskiej udało się znaleźć jeszcze jeden specjalny przypadek, w którym to obliczenie daje się wykonać; w ostatnich latach matematycy, pobudzeni do dalszych badań przez pracę Kowalewskiej, udowodnili, że są to wogóle jedyne przypadki, w których rachunek może być w ten sposób wykonany.

Jak dalece współcześni uczeni cenili talent Kowalewskiej, świadczy o tem nekrolog, ogłoszony w *Neues Journal für Mathematik*, przez słynnego niemieckiego matematyka Kroneckera, w którym czytamy: „Sie verband mit einem außerordentlichen Talent, sowohl für allgemeine mathematische Spekulation, als auch für die bei der Ausführung spezieller Untersuchungen notwendige Technik, gewissenhaften und unermüdblichen Fleiß; hielt bei intensiver Fachtätigkeit stets ihren Sinn für andere geistige Interessen offen; bewahrte dabei immer ihre Weiblichkeit und erwarb und erhielt sich darum im Verkehr auch die Sympathien derjenigen, die außerhalb ihres fachwissenschaftlichen Kreises standen. Die Geschichte der Mathematik wird von ihr als einer der merkwür-

digsten Erscheinungen unter den überhaupt äußerst seltenen Forscherinnen zu berichten wissen. Ihr Gedächtnis wird durch die zwar nicht zahlreichen, aber wertvollen Arbeiten, welche sie veröffentlicht hat, in der ganzen mathematischen Welt fortdauern“.

W przeciwieństwie do Zofji Germain, umysłowość Zofji Kowalewskiej uwydatnia cechy typu romantycznego (według Ostwald'a): ruchliwość, albo raczej burzliwość umysłu, wrażliwość, intensywność wysiłków krótkotrwałych. Ażeby uniknąć nieporozumienia, zaznaczam wyraźnie, że słowo „romantyczność“ oznacza tu wyłącznie pewne usposobienie intelektualne, a nie romantyczność uczuciową w powszednim tego słowa znaczeniu. Pod tym względem, przeciwnie, pisma i listy pozostałe dowodzą, że Kowalewska, która wyszła za mąż tylko dlatego, ażeby wydostać się z nieznosnych stosunków domowych i móc oddać się nauce, przez całe życie pragnęła naprożno poznać, co nazywała *ptakiem niebieskim* i co zajmuje naczelne często miejsce w życiu kobiet. Zdaje się, że żywo odczuwała ten brak i że to było jedną z tragedij jej życia. Co do tej strony jej życia, powstała polemiczna literatura, dzięki biografom Kowalewskiej, których interesowały zdarzenia jej prywatnego życia o wiele bardziej niż jej znaczenie w nauce. Uczony mężczyzna występuje zawsze niemal nieosobowo, jako autor pewnych prac naukowych; według wartości tych prac sądzimy o jego znaczeniu, bez względu na jakiegobądź strony życia prywatnego. Gdy zaś chodzi o uczoną kobietę, wszyscy interesują się przedewszystkiem jej prywatnym życiem, które przecież jest objętne przy ocenie zasług naukowych; jakże łatwo przytem o rzucanie podejrzeń, nie do rzeczy nie mających a przeciwie krzywdzących w oczach ogółu. Ponieważ obchodzi nas tu strona naukowa, a nie prywatna życia Kowalewskiej — burzliwego zresztą, jak burzliwy był jej umysł i zajmującego jak jej osobistość — ograniczę się do kilku tylko dat biograficznych. Była córką generała rosyjskiego Korwin-Krukowskiego, urodzona była 1851 r. w Moskwie; mając lat 17, wyszła za mąż (na razie tylko pozornie) za profesora paleontologii Kowalewskiego, co umożliwiło jej studjowanie matematyki w Heidelbergu, Berlinie i Getyndze, gdzie 1874 r. złożyła doktorat. Życie rodzinne nie było szczęśliwe; spędzała też czas na wyjazdach za granicę. W r. 1883 w Paryżu doszła ją wiadomość, że mąż wskutek trudności finansowych popełnił samobójstwo. Wówczas została powołana w r. 1884 jako docentka,

a wkrótce jako profesorka matematyki do Uniwersytetu w Sztokholmie; na tem stanowisku rozwinęła działalność naukową, zbyt krótką niestety, gdyż w r. 1891 nagle zmarła na zapalenie płuc. Gdyby śmierć nie była tak przedwcześnie położyła kresu jej działalności, rola Kowalewskiej w dzisiejszej matematyce i fizyce teoretycznej byłaby niewątpliwie donioślejsza. W ciągu siedmiu lat profesury dała świadectwa niezwykłego uzdolnienia, przebłyski genialne; są to jednak raczej drobniaki, nie zdołała stworzyć nowych dziedzin wiedzy, otworzyć nowych dróg postępu badaniom w nauce, do czego prawdopodobnie przed wszystkimi innymi kobietami była uzdolniona.

Pod względem znaczenia ogólnonaukowego, działalność naszej rodaczki pani Curie-Skłodowskiej, do której obecnie przechodzi, jest niewątpliwie w skutki o wiele donioślejsza. Inni to dzisiaj nabyli rozgłosu, jakim żadna inna kobieta uczona nie cieszyła się nigdy; niewątpliwie też zostanie trwale zapisane na wybitnem miejscu w historii fizyki i chemji.

Trudno jest podać krótko, chociażby pobieżny zarys działalności pani Curie-Skłodowskiej; jest to dziedzina zjawisk nowych, niezwykłych; a jak rozległy jest materiał na tem polu nagromadzony, o tem świadczy objętość dzieła pani Curie *Traité de Radioactivité*; w dwóch tomach, łącznej objętości blisko 1000 stron, autorka daje lakoniczny, zwięzły opis pracy swej (oraz innych uczonych) na polu zjawisk promieniotwórczości. Ograniczyć się musimy do zaznaczenia rysów zasadniczych.

Co do szczegółów osobistych, wspomnę, że Marja Skłodowska urodziła się w Warszawie w 1867 r., studjowała w mieście rodzinnem, później w Paryżu, pracując w Sorbonie; poznała tam pana Pierre Curie, wówczas już wybitnego, znanego uczonego, który jednak tylko powoli w karierze postępował. Był wówczas asystentem w Sorbonie i równocześnie *Chargé de Cours* (t. j. docentem płatnym) w miejskiej szkole techniczno-przemysłowej *Ecole de Physique et Chimie Industrielle*. W roku 1895 został profesorem i ożenił się z panną Skłodowską; odtąd małżonkowie, po części wspólnie, po części zosobna zajmowali się pracą doświadczalną w prymitywnym, prowizorycznie urządzonej laboratorium owej szkoły. Odkrycie promieni Röntgena (1895), o cudownych, niespodziewanych właściwościach, wstrząsnęło było wówczas światem naukowym; w ślad za nim poszło odkrycie Becquerela (1896 r.)

promieni wydawanych przez uran. Wydawało się ono jeszcze dziwniejszem; dla promieni Röntgena przynajmniej wskazać możemy źródło energii: prąd elektryczny, który je wytwarza; natomiast uran i związki chemiczne uranu wysyłają stale i trwale promienie Becquerela, nie podlegając same przez się żadnym napozór zmianom, tak że początkowo było zagadką, skąd bierze się energia owych promieni. Kwestjami temi zajęła się także p. Curie; podjęła najprzód systematyczne studjum doświadczalne promieniotwórczości w różnych substancjach, celem wyszukania tych, które to zjawisko wyraźnie okazują. Osobliwością promieni Becquerela jest, że nie działają one bezpośrednio na oko ludzkie (przynajmniej, jeżeli nie są zbyt silne), dają się więc wykryć tylko drogą pośrednich skutków, które wywołują; ponieważ działają na płytę fotograficzną, można je więc fotografować; powtórnie ionizują powietrze i wogóle gazy, przez które przechodzą, t. j. zamieniają je w przewodniki elektryczności. W zwykłych warunkach powietrze jest izolatorem; tak że elektroskop naładowany elektrycznością, jeżeli dobrze jest skonstruowany, może swój nabój zatrzymywać przez czas kilku miesięcy. W obecności promieni Becquerela powietrze ionizuje się, staje się przewodnikiem; objawia się to opadaniem listków elektroskopu; szybkość, z którą to zjawisko zachodzi, będzie (w jednakowych warunkach) miarą natężenia promieni Becquerela, będących źródłem przewodnictwa. Becquerel i inni fizycy używali przedewszystkiem metody fotograficznej, natomiast p. Curie zaczęła używać systematycznie metody elektrycznej, która tę posiada wyższość, że daje bezpośredni sposób ilościowego, liczbowego porównania promieniotwórczości, podczas gdy metoda fotograficzna daje tylko grube wskazówki jakościowe.

Pomiary wykonane przez panią Curie dowiodły, że ze znanych wówczas pierwiastków chemicznych jedynie uran i tor (metal odkryty niegdyś przez Berzeliusa), oraz wszystkie związki chemiczne tych pierwiastków posiadają właściwość promieniotwórczości w dostępnym stopniu; pomiędzy różnymi minerałami, które były dostępne p. Curie, tylko rudy uranowe i torowe odznaczały się tą właściwością. Co jednak było najdziwniejsze: pokazało się, że rudy uranowe, n. p. blenda smolna z Joachimstal w Czechach, posiadają promieniotwórczość trzykrotnie wyższą od promieniotwórczości uranu czystego. Nie dało się to inaczej wytłumaczyć jak tylko w ten sposób, że w owej rudzie oprócz uranu jest zawarta jeszcze inna,

dotychczas nieznaną substancją promieniotwórczą; pani Curie postawiła sobie za zadanie znaleźć tę nieznaną substancję; do tego badania przyłączył się także Piotr Curie, porzucając dawniejsze swoje poszukiwania z zakresu magnetyzmu.

Jakim sposobem miano wydzielić tę substancję, o której nie *a priori* nie było wiadome, jak tylko, że jest promieniotwórcza? Metoda była zupełnie oryginalna i dobrze obmyślona. Przy zwykłej analizie chemicznej rozpuszcza się zazwyczaj dane ciało kwasami; potem, przez dodanie t. zw. reageneyj, wytrąca się z roztworu substancje, które z reagens łączą się w związek nierozpuszczalny. Jakie reageneyje strącać będą ową substancję, naturalnie powiedzieć nie było można; próbowano więc za każdym razem przy rozdzieleniu substancji na dwie części, która część była silniej promieniotwórcza. Ruda uranowa zawierała rozmaite pierwiastki: U, Pb, Fe, Hg, Si, Bi, Ba i t. d. Pokazało się, że frakcja zawierająca bizmut, oraz frakcja zawierająca bar, były silnie promieniotwórcze, podczas gdy zwykły bizmut i bar, z innych rud otrzymany, ani śladu tej właściwości nie okazują. Pp. Curie wyprowadzili więc wniosek, że ruda uranowa zawiera dwa nowe pierwiastki silnie promieniotwórcze, jeden podobny do bizmutu w swych właściwościach chemicznych, który nazwano polonem, drugi podobny do baru, który nazwano radem. To odkrycie ogłoszono w roku 1898, drugą część wspólnie z p. Bémont, który był pomocny przy badaniach chemicznych. Równocześnie p. Demarcay, specjalista na polu spektroskopji, stwierdził, że bar, zawierający według zdania państwa Curie nowy pierwiastek rad, przy analizie widmowej okazuje istotnie linję dotychczas nieznaną; potwierdziło to odkrycie pp. Curie ponad wszelką wątpliwość.

Chodziło teraz o to, żeby wyosobnić większe ilości tych substancyj i bliżej poznać ich właściwości. Rząd austriacki, właściciel kopalni w Joachimstal, dostarczył 10 centnarów odpadków rudy uranowej, które zawierają owe substancje; później różne towarzystwa francuskie dostarczyły dalszego materiału. Jakie trudności zadanie przedstawia, to będzie zrozumiałe, gdy powiem, że ilość radu zawarta w 1000 kg rudy wynosi mniej więcej jedną dziesiątą część grama. Woda rzeczna, woda morska, zawiera ślad złota mniej więcej w podobnym stosunku. Nikt jednak złota nie wydobywa z wody morskiej; tymczasem wydobyć radu z rudy uranowej jest zadaniem jeszcze trudniejszym, gdyż rad tak jest podobny chemicznie

do baru, tak stale mu towarzyszy we wszystkich reakcjach, że ich oddzielenie jest procesem nadzwyczajnie mozolnym i trudnym. Użyto do tego: sposobu krystalizacji frakcjonowanej. Zauważono, że chlorek radu jest mniej rozpuszczalny w wodzie niż chlorek baru. Jeżeli zatem odparowywamy roztwór mieszaniny, tak że kryształy osadzają się na dnie naczynia, pokazuje się, że te kryształy zawierają stosunkowo więcej radu niż ciecz unosząca się nad niemi. Można zatem te kryształy na nowo rozpuścić w wodzie, na nowo odparowywać; otrzymuje się kryształy o większej jeszcze koncentracji soli radowej. Powtarzając takie operacje, według systematycznego planu, setki i tysiące razy, starannie i sumiennie, można otrzymać wreszcie minimalną ilość prawie czystej soli radu. To oczyszczenie radu, a później podobnie też polonu, było dziełem pani Curie. Postawiła sobie za zadanie: znalezienie sposobem czysto chemicznym ciężaru atomowego radu, zadanie nadzwyczajnie śmiałe ze względu na trudności oczyszczania, oraz na minimalne ilości materiału. Natomiast Piotr Curie, pozostawiając stronę chemiczną tych poszukiwań, zajął się fizycznymi badaniami nad promieniami wysyłanymi przez owe substancje. Nie mogą wchodzić w przedstawienie szeregu badań doniosłych, które wykonał po części sam, po części z żoną albo innymi współpracownikami. Podkreślę tylko badania, które pani Curie wykonała sama, przede wszystkim wyznaczenie atomowego ciężaru radu, jeden z klasycznych przykładów badań tego rodzaju. Pani Curie zajmowała się przez dziewięć lat tym problemem i podejmowała wciąż nowe próby z coraz rosnącą precyzją, aż wreszcie w r. 1907 jako ciężar atomowy radu otrzymała liczbę 226.45 [kładąc $O = 16$; *przyj. wyd.*].

Współpracownictwo małżonków Curie zostało niestety przerwane zrzadzeniem losu brutalnie tragicznem: 19. kwietnia 1906 r. P. Curie został przejechany przez automobil; śmierć zaskoczyła tego pierwszorzędnego uczonego w 47-ym roku życia. Po śmierci męża pani Curie została powołana jako jego następczyni na katedrę Sorbony, stworzoną dla jej męża w roku 1904; od tego czasu stoi na czele laboratorium instytutu radiologicznego m. Paryża.

Pośród prac w ostatnich latach wykonanych, wypada jeszcze wymienić wydzielenie radu metalicznego z soli radowych przedtem otrzymanych; fakt naukowy stanowiący niejako uwieńczenie badań p. Curie-Skłodowskiej nad promieniotwórczością. Odtąd

zwróciła swoją czynność przede wszystkim w kierunku badań nad polonem, o którym znacznie mniej wiemy niż o radzie.

Chcąc scharakteryzować typ umysłowy pracy pani Curie-Skłodowskiej według trafnego podziału Ostwalda, sądzę, że jest ona (podobnie jak jej mąż) wybitną przedstawicielką typu klasycznego. Ścisłe logiczne rozumowanie, praca metodyczna, wytrwała, w kierunku jasno wytkniętym, zadowolenie w precyzyjnym wykańczaniu badań, ostrożność w formułowaniu hipotez i wniosków, są to cechy nadzwyczajnie charakterystyczne, odróżniające ją np. od Sir J. J. Thomsona, Sir E. Rutherforda, Sir Williama Ramsaya, typowych romantyków.

Doniosłości badań państwa Curie dla nauki nie potrzeba objaśniać. Stworzyły one podstawę nauki o promieniotwórczości, dzisiaj już samodzielnej gałęzi wiedzy, pośredniej między chemią i fizyką, która na jedną i drugą umiejętność rzuciła nowe, nieoczekiwane światło. Wspomnę tylko, że badania Sir E. Rutherforda stwierdziły słuszność teorii transformacji atomów, ogłoszoną jako hipotezę przez panią Curie już w roku 1899; według tego poglądu atomy pierwiastków promieniotwórczych nie są niezmienne, lecz z biegiem czasu starzeją się i kruszeją, a okruchoy odpadające, są to promienie α i β , składające się z cząstek wyrzucanych przez atomy z olbrzymią prędkością. Wiemy też dzisiaj, że polon jest potomkiem, produktem transformacji atomów radu, a rad znów jest zapewne potomkiem uranu. Kolejnych stadiów transformacji, które zachowują się chemicznie jako pierwiastki, krótko mówiąc „pierwiastków promieniotwórczych“, znamy dzisiaj już 35.

Punktem wyjścia naszych rozważań była sprawa uzdolnienia umysłu kobiecego do nauk ścisłych. Starałem się dać obraz sprawiedliwy naukowej działalności trzech kobiet uczonych; wystarczy to do zbiecia przesądu, jakoby kobiety nie były wogóle zdolne do pracy twórczej w zakresie tych nauk. Zasług naukowych naszej rodaczki mogliby pozazdrościć nawet pierwszorzędni uczeni. Tem dziwniejszym wydaje się, czemu są to tylko rzadkie wyjątki, czemu do dziś dnia panuje olbrzymia taka dysproporcja w pracy kobiet i w pracy mężczyzn na polu twórczości ścisłej naukowej, podczas gdy kobiety zajmują wybitne stanowiska w twórczości literackiej, poetycznej, artystycznej, a nawet w obrębie samych nauk ścisłych nie ustępują mężczyznom w działalności reproduktywnej: w uczeniu

sie i nauczaniu innych. Często słyszy się zdanie, że jest to skutek dziedziczności, konsekwencja wiekowego zaniedbania umysłu kobiecego. Zdaje mi się, że takie tłumaczenie nie wytrzymuje krytyki. Każdy przyrodnik wie, jak nadzwyczajnie trudno dziedziczą się cechy, nabyte podczas życia indywidualnego. Iluż pokoleń na to potrzeba, żeby wytworzyć stałe skłonności psychiczne! Z pewnością o wiele więcej niż obejmuje okres historyczny, odkąd młodzież męska pobiera systematyczną naukę szkolną. Skłonności psychiczne (a przeważnie też fizyczne) nie dziedziczą się zresztą w ten sposób, żeby zdolności ojca przechodziły na syna, a zdolności matki na córkę; w równym stopniu prawdopodobieństwa dzieje się też nadwrot.

Nie sądzę, ażeby istniała wybitna różnica w wyposażeniu intelektualnym obu płci, ażeby umysł kobiecy posiadał mniejsze zdolności w kierunku nas zajmującym. Owa dysproporcja pochodzi od pewnych przyczyn odmiennej natury; od różnicy upodobania, różnicy zajęcia i różnicy charakteru.

Nauki ścisłe dla kobiet mniej są pociągające naogół niż nauki humanistyczne; owe nauki, które Herbert Spencer nazwał „ornamentacyjnymi“. Kobiety z natury mają pociąg do ornamentacyjności; wolą też historję, literaturę, filozofję, nawet medycynę i nauki biologiczne, niż matematykę, fizykę, chemję. Tamte ogniskują się około człowieka, około życia; te zajmują się przyrodą martwą i prawidłami abstrakcyjnymi; wydają się kobietom zazwyczaj suche i nudne. Czy te upodobania zmieniają się z czasem? Nie przypuszczam.

Pomijając różnicę upodobania, przejdźmy do psychologii twórczości naukowej; sądzę, że tu także kobiety są w mniej korzystnem położeniu. Twórczość naukowa wymaga zupełnego oddania się nauce, myśli skupionej w jednym kierunku. Dyletantyzm jest tu wykluczony; uczony jest zawsze do pewnego stopnia dziwakiem, wpatrzonym w swoją naukę, ignorującym względy i obowiązki życia codziennego. Kobieta zaś jest niewolnicą drobnych codziennych obowiązków. Jeżeli uprawia naukę, czyni to zazwyczaj nie w zamiarze poświęcenia jej całego życia, lecz tylko po dyletancku.

W sztuce, a zwłaszcza w literaturze, dyletantyzm nie jest przeszkodą do osiągnięcia pierwszorzędnych wyników. W nauce to niemożliwe, tam trzeba przechodzić długie lata trudnego, systematycznego studjum, zanim wolno marzyć o pracy samodzielnej; chcąc dojść do poważniejszych wyników, trzeba duszę całkowiście zaprze-

dać nauce. Dzisiaj wprawdzie zawody „uczone” są w znacznej części dla kobiet otwarte (i byłby już czas, żeby znikły jakiekolwiek w tym względzie ograniczenia) lecz znaczna większość kobiet będzie zawsze zajęta tym zawodem, jak powiada J. St. Mill, „w którym mężczyzna konkurencji jej czynić nie potrafi”.

Wreszcie, gdy mowa o kobietach, które mają upodobanie do nauki i które poświęcają się jej całkowicie, to przecież nie ulega wątpliwości, że mężczyźni zazwyczaj odznaczają się większą inicjatywą i samodzielnością. Jest to raczej właściwość charakteru niż umysłu; ale właściwość ta istnieje i odgrywa rolę nadzwyczaj ważną w samodzielnej twórczości naukowej. Składają się na nią różne cechy: pewna awanturniczność, odwaga w wypowiedaniu zdania, upór i zaufanie do siebie samego, pewne zaciętrzewienie w swych przedsięwzięciach — wogóle cechy charakteru, które obserwujemy u chłopców bijących się na ulicy. One były źródłem powodzenia Kolumba i one też dają natchnienie uczonym badaczom do odkrywania nowych dróg badania naukowego; one są źródłem tego, co nazywamy genialnością.

Nie wydaje się to prawdopodobnem, żeby na polu twórczości naukowej mogła zapanować z biegiem czasu równość zupełna, choć dysproporcja obecna niewątpliwie z czasem zmaleje. Kobiety odznaczają się przecież pewnymi specjalnymi zaletami: drobiazgową sumiennością i mrówczą pilnością pracy, które powinny im dawać wybitne uzdolnienie w kierunku np. chemji, gdzie ważną rolę grają systematyczne, mozolne poszukiwania doświadczalne.

Kobietom, które wstępują na drogę naukową, powinno się ułatwiać ich powołanie; powinny nareszcie zniknąć wszelkie zewnętrzne przeszkody, owe śmieszne przesady, owe przestarzałe poglądy, które zamykają dostęp kobietom do niektórych instytucji naukowych, które im utrudniają kształcenie się, pracę naukową, dostęp do katedr uniwersyteckich. Niech tu (jak na każdym innym polu) panuje zasada wolnej konkurencji. Oby ta konkurencja była jaknajżywsza.

XII. PRZEDMIOT, ZADANIE, METODA ORAZ PODZIAŁ FIZYKI.

Treść: 1. Objasnienie przedmiotu fizyki; jej stosunek do innych nauk przyrodniczych. — 2. Zadanie fizyki. Czy poznajemy rzeczywistość? — 3. Czy fizyka tłumaczy zjawiska przyrody? Celowość. Zasada przyczynowości. — 4. W jakim celu uprawiamy fizykę? — 5. Metody fizyki: indukcja i dedukcja. — 6. Obserwacja i doświadczenie. — 7. Mierzenie. — 8. Jednostki, wzorce, przyrządy miernicze. — 9. Ujęcie matematyczne materiału doświadczalnego, wzory empiryczne i racjonalne; dlaczego dążymy do ścisłości i prostoty? — 10. Znaczenie hipotez i teoryj. — 11. Rodzaje hipotez i teoryj. — 12. Związek fizyki z matematyką. — 13. Podział fizyki.

Poradnik dla Samouków. Wskazówki metodyczne dla studujących poszczególne nauki. — Fizyka, Geofizyka, Meteorologia. — Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego z zapomogi Kasy im. Dra J. Mianowskiego. Wydanie nowe. Tom II. Warszawa 1917; str. 3—62).

1. Pojęcie fizyki nie da się określić krótkimi słowami przez podanie ścisłej i jasnej definicji, gdyż pojęcie to nie jest wynikiem z góry ułożonego logicznego podziału nauk, lecz wytworzyło się w sposób do pewnego stopnia nieprawidłowy i przypadkowy, w ciągu długowiekowego historycznego rozwoju umiejętności.

Ażeby sobie jednak wytworzyć obraz tej nauki, może najlepiej będzie zastanowić się nad definicjami często podawanymi oraz nad stosunkiem fizyki do innych nauk jej pokrewnych.

Słowo fizyka pochodzi od greckiego *φύσις*, przyroda, oznacza zatem naukę o przyrodzie; podobne, nieco głębsze pojęcie wyraża angielski termin „Natural Philosophy“, do dziś dnia często używany, oraz dawna niemiecka nazwa „Naturlehre“, t. j. fizyka

¹⁾ [Rozprawa niniejsza stanowi „Wstęp Ogólny“ do działu „Fizyka“, opracowanego przez M. Smoluchowskiego w wydaniu nowem *Poradnika dla Samouków*; przyp. wyd.].