

68036

5-

ANALIZA SPEKTRALNA

PRZEZ

D^{ra} KAROLA LIBELTA.



KRAKÓW,

W DRUKARNI UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO
pod zarządem Konst. Mańkowskiego.

1869.

Z KSIĘGOZBIORU
JANA ZYGMUNTA ROBLA

ANALIZA SPEKTRALNA

PRZEZ

D^{ra} KAROLA LIBELTA.

Osobne odbicie z „Przeglądu Polskiego“.

KRAKÓW,

W DRUKARNI UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

pod zarządem Konst. Mańkowskiego.

1869.

ANALIZA

SPEKTRALNA

II 68036

N213 17968



1000340573

D.1601/63

Przedmiot, który nas zajmować będzie, stanowi osobną gałąź umiejętności fizycznej, na rozłożystém drzewie nauk przyrodniczych niedawno dopięro, bo zaledwie od dziesięciu lat odrosła i dla tego mało jeszcze w powszechności znaną, z wyjątkiem mężów uczonych, którym z powołania wszystkie nowe wielkie odkrycia na polu naukowém nie mogą być obce. A jednak jest to nauka tak wielkiej wagi i tak nieobliczonych na przyszłość wypadków, że warto aby i publiczność innym zawodom oddana, a ścisłym umiejętnym badaniom niepoświęcająca się, nabrała o niej wyobrażenia i podziwiła ku własnemu oświeceniu i podniesieniu ducha, jaka to jest potęga i doniosłość badawczego rozumu ludzkiego.

Jak rodzinne wydarzenie członków całej rodziny porusza, jak krajowy wielki wypadek sprawiedliwą dumę narodową podnosi, tak i ludzkość cała czuje się w solidarności ducha i nikomu obojętném być nie może, jakie zdumiewające zdobycze duch ten w dziedzinie nauk poczynił. Wspólny to każdego z nas interes, jako istoty duchowej, i dla tego nie wątpię, że rzecz sama obudzić ciekawość powszechną powinna.

Analiza spektralna, której nazwa późniéj dopięro stanie nam się jasną, jest połączeniem optyki czyli nauki o świetle, z astronomią fizyczną czyli nauki o fizycznej naturze słońca, planet, gwiazd i wszelkich ciał niebieskich. Sięgła w tak odległe regiony, do jakich się nawet myśl ludzka zapociekać nie śmiała. O czém przed dziesięciu laty nikt marzył nawet nie

odważył się, stało się rozległym teatrem najpewniejszych do-
ciekań. Tajemnice o których wtedy jeszcze sądzono, że ich ro-
zum ludzki nigdy nie odkryje, zostały odchyłone, i z całą mocą
przekonania wyrokujemy dziś o fizycznym składzie ciał nie-
bieskich, zawieszonych w niezmiernych przepaściach prze-
strzennych.

Początek téj nauki ukrywał się w codziennych doświad-
czeniach, na które się człowiek patrzył, odkąd zamieszkał na
ziemi. Widział tęcz piękno-barwistą na niebie; widział tę samę
wstęgę kolorów w kroplach rosy, promieniem słońca oświeco-
nych; widział ją we łzie oka, gdy się światło w jéj kryszta-
łowém przezroczu odbiło; podziwiał tęczowe farby w kropli-
stych tryskach fontan i wodospadów; z upodobaniem nieraz
spoglądał, jak przez naczynia szklane wodą napełnione, gdy
światło słoneczne przez nie padało, ślaniał się cudny obraz
farb malownych na najbliższéj podstawie.

Ta okoliczność, że szczególniej przez środek szkła zjawi-
sko kolorowego światła się pokazuje, naprowadziła na urobienie
ze szkła tak nazwanego pryzmatu czyli trójściennego grania-
stosłupu. Dwie ściany dobrze wygładzone, są do siebie pod
pewnym kątem pochylone i w linii ostréj się łączą; trzecia
węższa stanowi grzbiet narzędzia szklanego. Trójścian tak uro-
biony ma zatém rozmaitą grubość, powiększającą się od ostrza
ku grzbietowi.

Aby za pomocą tego prostego narzędzia módz obserwo-
wać, trzeba zaciemnić izbę okienicą, w okienicy zrobić otwór
wielkości np. złotówki, przez któryby światło słoneczne wpa-
dało. Światło to w prostéj linii się rozchodzi, i ujrzymy wśród
ciemności kolumnę świetelną, w której masa kurzawy oświe-
conéj porusza się, a w tym samym kierunku na przeciwnéj
ścianie zobaczymy jasne miejsce odpowiednie wielkości otworu,
którym światło wpada.

Stawiając trójścian szklany szeroką ścianą tak przed
otworem, że go ta ściana całkiem zakryje, przekonywamy się,
że światło słoneczne, aby się dostać do izby, przez szkło prze-
chodzić musi, i przedstawią nam się odrazu trzy zjawiska.

Najprzód światło, padając z pryzmatu na ścianę przeciw-
ległą, nie idzie w linii prostéj wpadającego przez otwór pro-
mienia, nie pada więc na to miejsce, które dawniej widzieliśmy

oświecone, gdy promień samym otworem przechodził; ale pada albo wyżej albo niżej tego miejsca, — które naturalnie teraz jest ciemne, — wedle tego czy grzbiet trójscianu szklanego górą czy dołem do otworu był obróconym. Dowodzi to, że promienie światła przechodząc z powietrza przez szkło, kierunek swój zmieniły i z linii prostej zbczyły. Fenomen ten nazywamy załamaniem się promieni światła, gdy z jednego środka w drugi gęściejszy przechodzą. Każdy chłopczyzna nurzając ukosnie kij prosty we wodzie, dostrzega tego fenomenu, bo kij wydaje się w wodzie załamanym.

Drugie zjawisko jakie spostrzegamy jest to, że światło na ścianie odbite nie formuje jasnego koła, odpowiedniego wielkością otworowi w okienicy, ale rozduża się w pas jasny, szerokości średnicy otworu. Fenomen ten nazywamy rozpraszaniem się promieni światła, gdy przez środek gęstszy przechodzą. Także i w wodzie ta część kija, którą w niej widzimy, wydaje się grubszą.

Najważniejszém atoli jest trzecie zjawisko: światło odbite na ścianie nie jest białe ale kolorowe, przedstawiające się w pięknych kolorach tęczy. Od strony gdzie był grzbiet pryzmatu jaśnieje śliczny kolor czerwony, przechodzący nieznacznie w pomarańczowy; ten znowu przechodzi w żółty, żółty w zielony, zielony w niebieski; ten ciemnieje na granatowy, a granatowy na fioletowy, którym kończy się fenomen rozszczepionego białego światła na siedmiobarwną tęczę kolorów. Że się promień światła białego rzeczywiście na te różnobarbne pierwiastki swoje rozszczepił, przekonać się można zbierając za pomocą soczewki wypukłej owe światła kolorowe w jeden punkt, który się pokaże światłem białem.

Otóż ten obraz tęczy rozszczepionego białego promienia na promienie kolorowe, nazywa się widmem, po łacinie *spectrum*. Ztąd tłumaczy się druga połowa nazwy Analizy spektralnej; pierwsza połowa później dopiéro znajdzie swoje wyjaśnienie. Jest to analiza za pomocą widma, i dla tego analizę widmową nazwaćby ją można.

Pryzmy rozmaitej grubości, rozmaitego szkła, już białego, już kolorowego, dają rozmaite widma, tak pod względem ich większej lub mniejszej długości, jak pod względem świetności farb lub ich zacierania się. Nie samo tylko słoneczne światło,

ale promień każdego innego światła, puszczone przez trójścian szklany, daje widmo. Otrzymano widma światła księżycowego, planetarnego, gwiazdowego, elektrycznego, wszelkich palących się materiałów, nawet światła fosforescencyjnego, jak fosforu, pruchna drzewa, robaczka świętojańskiego i t. p.

Aby zyskać widmo, nie można przepuszczać przez trójścian szklany grubiej kolumny światła lub płomienia, bo natenczas tylko krańcowe promienie pokazywać będą kolory tęczy, środkowe zaś rozszczepienia kolorowe, pokrywając się wzajemnie, tworzyć będą napowrót białe światło; ujrzymy zatem obraz w środku biały, a po brzegach utęczowany. Z drugiej strony, gdybyśmy tylko przepuścili światło otworem tak małym jak dziurka od szpilki, napiętość jego byłaby za słaba do utworzenia wyraźnego widma. Aby więc jednej i drugiej niedogodności uniknąć, stawia się przed światłem słońca lub płomienia czarna zasłona, w której wyrżnięta prostopadle wązka szpara przepuszcza światło przez całą swą długość. Żeby zaś światło po za szparą na wszystkie strony nie rozlewało się, wypukła soczewka zbiera wszystkie jego promienie w jeden kierunek. Soczewka musi być tak ustawioną, aby w jej ognisku leżała szpara, przez którą światło się wciska. Na taki sposób skupione za pomocą soczewki światło, zyskuje dostateczną napiętość, a puszczone przez pryzmat, daje wyraźne i jasne widmo kolorowe, które albo chwytemy za pomocą karty białego papieru, albo co lepsza obserwujemy je w narzędziu na podany sposób urządzone, za pomocą perspektywy umieszczonej w pobliżu pryzmatu i w kierunku wychodzących zeń rozszczepionych promieni. Narzędzie takie zowie się spektroskopem czyli widmowidzem.

Już Newton przed dwustu laty zajmował się umiejętnym badaniem widma. Za nim poszło wielu innych, między innymi GOETHE w swojej teorii farb. Atoli prócz optycznych spostrzeżeń nad istotą światła i kolorów, nauka nie postąpiła dalej. Dopiero 1809 r. Anglik WOLLASTON zwrócił pierwszy uwagę na czarne linie w widmie, które uważał za granice kolorów. W pięć lat później, 1814 r., znakomity optyk monachijski FRAUNHOFER, obserwując widmo poprawionemi przez siebie perspektywami, odkrył w niem znaczną ilość linii ciemnych czyli rysów, po-

kazujących się w każdym kolorze widma i przerywających je w poprzek.

Rysy te nazwano Fraunhoferskimi liniami. Aby je zobaczyć, potrzeba nie tylko szkielec mocno powiększających, ale i dokładnego obrazu widma, pozyskanego dobrą narządkiem spektroskopowym. Widać wtedy w każdym kolorze pewne grupy linii czarnych rozmaicie rozdzielonych. Trzy takie grupy występują wyraźnie w kolorze czerwonym. Mniej są wyraźne w pomarańczowym i żółtym. Podobnie w kolorze fioletowym i granatowym są wyraźniejsze niż w zielonym i niebieskim. Liczba tych linii wzrasta, im widmo dokładniejszemi obserwujemy lunetami. Występują wtedy nastosowane linie blade, jakby ołówkiem pociągnięte.

Dla lepszego orientowania się oznaczył FRAUNHOFER wydatniejsze grupy, a raczej wydatniejsze miejsca, w których rysy ciemne występują, literami alfabetu od A do H. A pomiędzy niemi naliczył jeszcze około sześćset linii bledszych, przekonany, że ich tam jest daleko więcej.

Zaciekawiony tym niespodziewanym zjawiskiem świat uczonych, fizyków i astronomów, począł najliczniejsze robić doświadczenia widmowe. Odnaczyli się pracami głównie zmarły niedawno Sir DAVID BREWSTER, fizyk STOKES w Anglii i AENGSTROEM w Szwecyi. Zdejmowano widma z płomieni najrozmaitszych ciał palnych i ze światła ciał niebieskich. Przekonano się co do pierwszych, że widma światła elektrycznego i wszelkich światła kunsztownych, jak świec, lamp, spirytusu, gazu i t. p. nie przedstawiają rysów ciemnych. Napiętość kolorów bywa tylko rozmaita: np. kolor niebieski i fioletowy nader jest wydatny w widmie palącej się siarki lub palącego się magnezyonu, zaś bardzo słaby od światła fosforowego lub olejnego. Za to fosfor daje w widmie wybitny kolor zielony, a siarkan bardzo niezaczny kolor żółty.

Przekonano się następnie, że temperatura, mianowicie u metali i minerałów, wielki wpływ wywiera na barwy widma. Każdemu z nas wiadomo, że np. żelazo lub glina rozpala się naprzód do czerwoności, a przy wyższym stopniu gorzenia rozpala się do białości. Nic zatem dziwnego, że i na widmo stopień temperatury wpływa. Jakoż rozpalając platynę, wapno, w ogóle minerały niełatwo topiące się w ogniu, ujrzymy w wi-

dmie najprzód tylko kolor czerwony. Ze zwiększającym się stopniem rozgorzenia, występują w widmie następne jego kolory: pomarańczowy, żółty, zielony, niebieski, granatowy, a na ostatku fioletowy. W miarę jak następne po sobie barwy widmowe uwydatniają się, poprzednie nabierają większej napiętości kolorowego światła.

Widmo światła księżycowego i planetarnego pokazywało te same rysy ciemne co widmo słoneczne, tylko że wiele bledsze i nie dość wyraźne. Przewidywano to z góry, boć światło tych ciał ciemnych jest tylko odbiciem oświecenia ich słonecznego. Wszakże jak na ziemi atmosfera ziemska, przez którą promienie słońca przechodzą wpływa niezawodnie na wytwarzanie się w widmie pewnych linii ciemnych, tak i atmosfery planet, jeżeli są od naszej odmienne, mogą zmienić ciemne rysy widma słonecznego. Jakoż astronom Sechi uważał, że widma Saturna i Jowisza są w uszykowaniu rysów ciemnych nieco odmienne, że u Marsa w niebieskiem polu widmowym podobne zachodzą zmiany, kiedy widma Wenery i Księżyca żadnej nie pokazują odmiany.

Inaczéj rzecz się ma z widmami gwiazd stałych, będących jak wiadomo osobnemi słońcami. Tam już nie pojedyncze zmiany w uszykowaniu rysów ciemnych zachodzą, ale całe ich ugrupowanie jest inne, od ugrupowań naszego widma słonecznego odmienne. Liczne doświadczenia okazały, że światło, zkańkolwiek do nas przychodzi, tę samą posiada chyżość, to jest że ubiega 40,000 mil na sekundę. Wymiary szybkości światła dokonane przez pana Foucault nie pozostawiły żadnej w téj mierze wątpliwości. Wniesiono ztąd i słusznie, że istota światła wszędzie jest ta sama; że to są drgania eteru świetelnego, już mocne, dające większą, już słabe, dające mniejszą napiętość światła; że są to dłuższego, to krótszego trwania, co sprawia rozmaiłość kolorów, z których kolor fioletowy ma najkrótsze, czerwony najdłuższe co do czasu drgania; ale że natura światła jest niezmienna, i z jakichkolwiek odległości do nas przybywa, z tą samą szybkością na wszystkie strony od początku do końca się rozchodzi.

Różnica zatém rysów widmowych, jaka się u gwiazd stałych ukazała, nie mogła być dowodem różnicy samego światła, ale musiała z innej niewiadomej przyczyny pochodzić; którą

odkryć, stało się teraz zadaniem badającej z całą usilnością umiejętności. Stawiano naturze pytania i z skwapliwością zapisywano jej odpowiedzi. Bo każde doświadczenie czyli experiment jest pytaniem zadanem przyrodzie, a wypadki experimentu są jej odpowiedzią na nie.

Z wielolicznych prób jakie czyniono, pokazały się następujące ważne odkrycia, które w końcu poprowadziły do rozwiązania tajemniczej zagadki.

Naprzód: jeżeli promień światła przechodzący przez pryzmat, zanim padnie na ścianę, przepuszcza się przez rozczyzn kolorowy, wtedy niektóre barwy widma zaciemniają się, np. przepuszczając promień rozszczepiony przez rozczyzn niebieski, znika w widmie kolor czerwony i to miejsce całe staje się ciemnym.

Powtóre: światło lampy rzucając na ścianę widmo, nie pokazuje w niem żadnych rysów; ale jeżeli promień tego światła, przechodzący przez pryzmat, przechodzi jeszcze musi przez dymy palącej się saletry, jodu lub bromu, ciemne linie występują na widmie.

Potrzenie: światło palącego się spirytusu daje także widmo słabych barw, ale bez rysów. Atoli natarłszy w knot lampy spirytusowej soli zwyczajnej i zapaliwszy go, płomień spirytusu niebieskawy zapłonie żółto, a widmo z tego światła zdjęte, daleko więcej jeszcze pokaże się niewyraźnym w kolorach, ale za to w miejscu, gdzie pomarańczowy kolor w żółty przechodzi, występuje jasna linia żółta. Przekonano się, że i inne sole i minerały te same objawiają własności, pokazując w widmie płomienia, w którym się palą, po różnych tegoż widma miejscach linie jasnokolorowe, odłamujące się widocznie od tła mniej więcej zaciemnionego widma. Potas spalony sam albo w połączeniu z innym minerałem, pokaże na widmie na obu jego końcach dwie jasne linie, z których jedna ciemno-czerwona, druga granatowo-fioletowa. Baryt pokazuje swą bytność w płomieniu przez kilka linii jasnych zielonych, sto on t przez piękną linię pasową; lith przez linię czerwoną i pomarańczową; wapień przez linię czerwoną i zieloną. Zgoła każdy minerał, którego dymek pali się w płomieniu lampy, zdradza swą bytność tém, że na widmie występują osobne linie jasne kolorowe, w osobnych zawsze miejscach. Podobne zjawisko przedstawiają

palące się w płomieniu lampy gazy, jak gaz węglowy, gaz wodnorodny, gaz cyanowy i t. p.

Linie te spektralne nazywają się rysami świetnymi albo jasnymi, w przeciwstawieniu ich z rysami ciemnymi widma słonecznego. Już FRAUNHOFER to ważne zrobił postrzeżenie, że rysy świetne w tych samych miejscach na widmie występują, w których uwydatniają się rysy ciemne. I tak, linia żółta, o której co dopiero wspomnieliśmy, że się objawia w widmie płomienia spirytusowego, w którym się pali sól kuchenna, odpowiada zupełnie linii D, naznaczonej w rysach ciemnych widma słonecznego. Jest to D jasne odpowiadające ściśle D ciemnemu.

Ta ostatnia obserwacja wskazała najwyraźniej na ścisły związek, jaki zachodzić musi między rysami jasnymi i ciemnymi; zaś dwie poprzednie obserwacje kazały się domyślać, że skoro pewne kolory widma ciemnieją i nikną, jeżeli rozszczepiony promień światła przez kolorowy rozczyn przepuszczamy, i że w widmie nie posiadającym rysów ciemnych, takowe się tworzą, skoro promień rozszczepiony przez dymy palących się minerałów przechodzi; — że zatem rysy czarne są zatarciem pewnych wiązek światła, rozszczepionego na kolory.

Rozwiązanie zagadki rysów ciemnych leżało już bardzo blisko, bo dotarło do samych granic przemieniania się linii jasnych na ciemne i odwrotnie. Atoli nikt tej granicy jeszcze nie przekroczył. Rzucono się raczej w mnogich doświadczeniach na osiągnięcie chemicznych wypadków z teorii rysów świetnych. Przekonano się, iżby też tylko odrobina czy soli, czy metalu w płomieniu jakim paliła się, widmo jest tak czułe, że odpowiednią linię jasną na tle swoim odbije i da świadectwo znajdującego się w tak niknącej odrobinie pierwiastku. Doświadczenia stwierdziły, że każdy chemiczny pierwiastek ma swoje osobne linie świetne, po różnych miejscach i kolorach widma rozrzucone, że zatem chcąc poznać pierwiastki, z jakich się ciało jakie składa, nie potrzeba, jak dotąd, za pomocą analizy chemicznej w retorcje je rozbierać, ale dosyć odrobinę w płomieniu lampy spalić, a z rysów świetnych widma odkryją się pierwiastki tego ciała. Już na tém miejscu się pokazuje, że jeżeli w widmie wystąpią rysy świetne nieznanne, do żadnego znanego pierwiastka nie odnoszące się, że to będzie skazówką, iż w zwią-

zek ciała analizującego się, wchodzi pierwiastek dotąd nie odkryty, a jednak istniejący. Jakoż na téj drodze cztery już nowe metale odkryto.

I oto wyjaśnia nam się nareszcie nazwa analizy spektralnej, czyli rozbiery widmowej. Za pomocą widma zanalizować czyli rozebrać można każde ciało na jego pierwiastki, co dotąd z wielkim trudem, a nie z zupełną zawsze dokładnością wykonywała analiza chemiczna, za pomocą odczynników i na zasadzie większego lub mniejszego powinowactwa pierwiastków do siebie. Analiza spektralna o tyle doskonalsza od chemicznej, że odsłania pierwiastki będące w związkach ciał w nikanącej odrobinie, której się chemik ani domyśla, ani w takiej nikłości wyosobnić nie potrafi; atoli o tyle znowu niższą jest od niej i zastąpić jej nie może, że odsłaniając jakość pierwiastków, nie odsłania ich ilościowego do siebie stosunku.

Wszakże pokaże się zaraz, jaka jest pomimo tego niedostatku, który może z czasem także uchylonym zostanie, ogromna analizy spektralnej doniosłość. Pierwszy krok na téj drodze uczynił FOUCAULT, któregośmy już raz przytoczyli, jako znakomitego fizyka francuskiego i pilnego obserwatora widma. W roku 1848 zajmował się widmem elektrycznego światła, które rysów ciemnych nie daje. Między pryzmatem a tém światłem postawił lampę spirytusową z knotem solą kuchenną napszczonym, które to światło, jak już wiemy w widmie jasną linię D objawia. I na zdumienie swoje obaczył, że przy tak zestawionych dwóch światłach, pokazała się ciemna linia D na widmie światła elektrycznego. Było to wyraźnym dowodem, że sod wchodzący w skład soli, paląc się, pochłania czyli absorbuje w czystém świetle elektryczném kolor żółty, który sam wysyła, i dla tego na widmie elektryczném, w miejsce żółtego jasnego rysu, tworzy linię ciemną.

Tymczasem to odkrycie, jakkolwiek ciekawe, nie doprowadziło do wytłomaczenia rysów ciemnych w widmie słoneczném i poszło w zapomnienie. Dopiero w jedenaście lat później 1859 roku, profesorowie KIRCHHOFF i BUNSEN w Heidelbergu robili te same doświadczenia z dwoma światłami, z których jedno dawało jasne rysy, jako znamiona palących się w niem pierwiastków chemicznych, a drugie nie dawało żadnych rysów. Zawsze przy takim zestawieniu dwóch światel jasne linie za-

mieniały się na ciemne, i to tém ciemniejsze i czarniejsze, im jaśniejszem było światło postawione za płomykiem lampy, w którym się sól lub metal jaki paliły. Przepuszczali następnie promień światła słonecznego przez płomyk, w którym gorzał minerał, a na widmie wystąpiły rysy czarne odpowiadające rysom świetnym pomienionych płomyków mineralnych, w daleko głębszej ciemni niż jest cień rysów zwyczajnych w widmie słoneczném.

Doświadczenia te naprowadziły tych uczonych i genialnych mężów na ten wielki, choć na pozór zuchwały pomysł, że słońce także z dwóch światel się składa: jedném jest sam świecący glob słoneczny, i gdyby to światło do nas wprost dochodzić mogło, widzielibyśmy jego widmo bez żadnych linii ciemnych. Atoli jest drugie światło, które kulę słoneczną otacza. Jest to jego *fotosfera* czyli obłocz atmosferyczna świetlna. W żarze téj atmosfery wszelakie pierwiastki materji słonecznej, a może i materji kosmicznej, jako rozcieńczone gazy się unoszą; palą i dałyby linie jasne kolorowe, gdyby widmo tego światła fotosferycznego osobno zdjętem być mogło. Ale że za tą fotosferą świeci światło samego słońca i przez nią przechodzi, przeto linie jasne palących się gazów na rysy ciemne we widmie się zamieniają, to jest gazy chłoną te części kolorowe światła słonecznego, które same wysyłają. I tak sod palący się w fotosferze wysyłałby linię żółtą na widmie fotosferyczném, ale że przezeń przechodzi białe światło słoneczne, więc chłonie sobą pewną część żółtego światła, i tam gdzieby przypadła jasna linia żółta, pokazuje się rys ciemny na widmie.

Ten śmiały i genialny pomysł fizyków heidelbergskich stwierdziły następne liczne odkrycia i obserwacye, a otworzyły rozległe pole badań szczególnie dla astronomii fizycznej, które dotąd za niedocieczone uważano. Zanim do nich przystąpimy, objaśnijmy jeszcze sobie absorpcyą światła, mocą której w widmie ciemne rysy powstają.

Absorpcya jest to chłonięcie w siebie albo wszystkich, albo tylko niektórych kolorów rozszczepionego na kolory białego światła. Postrzegamy ją codziennie i na ciałach ziemskich. Te które wszystkie promienie kolorowego światła pochłaniają, mają barwę szarą lub czarną, jak np. węgiel i łupek; te które coś zostawują z koloru czerwonego i żółtego, mają barwę brunatną jak pewne gatunki gliny i ziemi urodzajnej; znowu inne

pochłaniają wszystkie kolory krom czerwonego i żółtego i mają dla tego barwę pomarańczową. Jeżeli w ciemności zapalimy światło jakie kolorowe np. rozżarzony sod, natenczas wszystkie przedmioty które ten kolor pochłania wydawać się będą w oświeceniu tego światła czarne, a które nie pochłania, wydawać się będą białe. Tak kawałek papieru umaczany w czerwieni anilinowej, wyda się czarny, a skrawek pomarańczowy wyda się białym. Na téj absorpcyi polega zabawka zamienienia zdrowego rumianego oblicza na twarz trupią. W ciemnym pokoju na talerzu zapala się spirytus, w który się nieco soli kuchennej nasypie i różgą rozbija, a twarze rumiane siedzących wokoło stołu osób oświecone tém światłem, zamieniają się na trupie. Bo pigment krwi czerwony, absorbowany przez żółte światło sodu, staje się ciemny, krew sama wydaje się czarna. Zapaliwszy zaś magnezyn, rozświecone przedmioty tém światłem wracają do swoich barw i to wiele świetniejszych.

Taka sama absorpcya dzieje się w każdym świetle białym, które przechodzi przez dymek palących się minerałów. KIRCHHOFF licznemi stwierdził doświadczeniami, że np. potas, sod i lith rozżarzone należycie w płomyku lampy, te właśnie kolory białego, przez nie przepuszczonego światła chłoną, które same jako rysy świetne na widmie pokazują.

Nic zatém dziwnego, że podobna absorpcya dzieć się może i na słońcu w sposób powyżej podany, a jej objawieniem są rysy ciemne jego widma.

Atoli zanim sięgniemy do niebios, zatrzymajmy się jeszcze chwilę na ziemi. I tu analiza spektralna w ciągu dziesięć lat istnienia swego wielkich rzeczy dokazała.

Za pomocą spektroskopu przez BUNSENA i KIRCHHOFFA wynalezionego, uczony fizyk francuski JANSSEN, o którym jeszcze będziemy mówili, dociekał przy wybuchach wulkanicznych, w pobliżu wyspy Santorin, w roku 1866 i 1867, z jakich roztopionych pierwiastków składały się te płomienie masy z wnętrza ziemi otworami kraterów do góry wyrzucane.

Za pomocą tegoż spektroskopu przekonano się, że sól nie tylko obszernymi pokładami w głębi ziemi jest złożoną, ale że i powietrze nader drobnymi cząstkami soli jest nasycone. I tak umaczawszy w wodzie słonej cienki drucik platynowy i rozpaliwszy go w płomyku lampy, pokaże się na widmie

znana nam już świetna linia D żółtego koloru. Ale ona jeszcze raz po raz pokazywać się będzie, choć już drut platynowy z płomyka wyjeliśmy. Dość strzepać kurzawę z jakiego przedmiotu, aby ta sama linia na widmie się ukazała. Dowodzi to, że w powietrzu cząsteczki soli unoszą się i opadają, a skoro w płomyk lampy dostaną się, ukazaą rys jasny, żółty. Zapewne wiatry ulatniającą się sól morską z rozległych przestrzeni mórz i oceanów roznoszą na lądy stałe, co niechybnie do zdrowia ludzi i zwierząt przyczynia się.

Wspomnieni dwaj profesorowie nasycili powietrze sali, w której robili doświadczenia spektralne, jednym miligramem soli kuchennój, tak że się wedle ich obrachunku ta cząsteczka, będąca około 500,000 częścią naszego funta, jeszcze na 3,000,000 cząstek rozłożyła, i przekonali się, że sól nawet w tak atomicznej odrobinie, którejbyśmy przez żaden mikroskop nie dojrzeli, wywołuje w widmie żółtą linię D.

Nic łatwiejszego jak dociec za pomocą analizy spektralnej, z jakich pierwiastków mineralnych jakakolwiek roślina się składa. Spaliwszy ją na popiół i zanurzwszy w tym popiele drucik platynowy, choćby tylko ochuchnięty, aby się na nim cząstka popiołu zawiesiła, włóżmy go w płomyk lampy spektroskopu, a pokażą się na widmie linie kolorowe jasne, odpowiednie pierwiastkom mineralnym w popiele utajonym. I tak paląc w płomyku proszek popiołu tytoniowego, znajdziemy najprzód w widmie żółtą linię D, wskazującą że w tytoniu jest sod, znajdziemy dalej czerwone rysy w dwóch różnych miejscach jako dowody, że tam jeszcze znajduje się potas i lith, metal dopiero 1817 roku w lepidolicie na drodze chemicznej odkryty, a przedstawiający w widmie krom jasnej linii czerwonej jeszcze bladą linię żółtą. Ponieważ lith od tego bierze nazwisko, że się w skałach i kamieniach znajduje, ztąd rośliny na skalistym gruncie rosnące i krew zwierząt karmiących się takimi roślinami, powinny obejmować cząstki tego metalu w sobie, i rzeczywiście za pomocą spektroskopu dadzą się tam ślady jego odsłonić.

Analiza spektralna naprowadziła na odkrycie czterech nowych metali: rubidu, caesu, indu i thaliu*), i liczba

*) Dwa pierwsze odkryte przez BUNSENA; thalium odkrył CROOKE i LAMY, indium REICH i RICHTER.

pierwiastków urosła na 65. Zdradziły je jasne rysy widma, nieodpowiadające rysom znanych do owéj pory pierwiastków. Rubid ma ich aż cztery: dwie granatowe i dwie czerwone, występujące na samym krańcu widma, aż po za jego polem czerwonym. Wszystkie te nowe metale łączą się chciwie z kwasorodem, caesu mianowicie przechodzi w téj własności nawet potas, który dotąd uchodził jako mający najsilniejsze powinowactwo z kwasorodem. W drobnych nader miarach łączą się także z innymi pierwiastkami n. p. z chlorem, siarką, kwasem węglowym. Wszakże już $\frac{1}{200000}$ cząstka miligramu wystarcza, aby za pomocą widma zdradzić ślad ich obecności w związku jakim chemicznym. Zapewne na téj drodze dojdzie analiza spektralna do odkrycia innych jeszcze nieznaných nam pierwiastków, rozpuszczonych mianowicie w wodach mineralnych w formie soli metalicznych.

Wywrze ona wpływ niemały i na naukę lekarską, gdy da poznać pierwiastki krwi zdrowéj i skażonéj, limfy i materji nerwowéj. Homeopatya już wielką znalazła w niéj podporę, bo jeżeli trzymilionowa cząstka miligramu soli wystarcza, aby w widmie przedstawić linię dojrzałą i wymierną, czemużby taka sama cząstka sodu lub jakiegokolwiek innego medykamentu, nie miała dotykającego wywrzeć skutku na nerwach organizmu, a przez nie na jego objawy żywotne.

Atoli nie zapociekajmy się w przyszłość, jakie owoce umiejętność z analizy spektralnej osiągnąć będzie mogła. Obaczmy raczej, co przeszłość dopiero dziesięcioletnia już osiągnęła, i to w oddaleniach niebieskich, w których się myśl ludzka zatacza, a sama fantazyja gubi.

Rozważymy nasamprzód jéj odkrycia na słońcu, a na wstępie uprzytomnijmy sobie jeszcze główną podstawę téj nowéj nauki.

Światło, jako światło, łamiąc się i rozszczepiając na barwiste widmo w trójsćianie szklannym, nie daje w niém żadnych rysów, ani jasnych ani ciemnych. Lecz jeżeli w tém świetle pali się jakie obce ciało, powstaje także obce, inne światło, które się na widmie jasnemi liniami oznacza, różnemi co do koloru i miejsca, wedle różnicy ciał palących się. Nazwijmy ten drugi gatunek mieszanego światła płomykiem, dlatego, że się w płomyku lampy spektralnej objawia. Jeżeli więc światło jednolite przez światło płomyka przechodzi, pewna część

jego oscylacji znosi się przez odpowiednie drgania płomykowe, i w miejsce rysów świetnych na widmie, występować muszą próżnie, czyli rysy ciemne. Oscillacye światła palącego się minerału, niszczą te oscillacye światła czystego, które z tamtymi są równomierne. Gdziekolwiek zatem w widmie występuje rys ciemny, dowodzi to, że tam zniszczoną została równomierna oscillacya białego światła, w skutek palącego się jakiego obcego ciała, przez którego płomyk przechodzi.

Spektroskop BUNSENA jest tak urządzony, że lampa gazowa przy nim umieszczona, rozwija wysoki stopień gorąca, ale słaby tylko, niebieskawy daje płomyk dla spalania w nim minerału, ku czemu posługuje cieniuchny drucik platynowy, cząsteczką minerału, roztworu lub popiołu osadzony. Za tym płomykiem gromadzi się światło jednolite, przedzielone odeń zasłoną, którą gdy uniesiesz, natychmiast rysy świetne widma pokazującego się za pryzmatem na ścianie spektroskopu, zamieniają się na ciemne, a gdy zasłonę znowu spuścisz, rysy ciemne ustępują miejsca rysom jasnym. Przemiana więc jednych na drugie jest widoczna. Prócz tego widać w tém kunsztowném narzędziu widmo słoneczne, a w niem za pomocą lunety rozeznąć rysy ciemne. Jeżeli zatem pod tym obrazem widma słonecznego malują się obrazy widm sztucznych, czy to z liniami świetnymi czy ciemnymi, dana jest obserwatorowi sposobność jak najdokładniejszego porównywania jednych linii z drugimi, wymierzania ich, i ścisłego oznaczenia miejsca o ile takowe sobie odpowiadają w widmie słonecznem, i w widmie, które z niem porównujemy.

Poznawszy zasadę i narzędzie analizy spektralnej, zastosujemy je teraz do obserwacji światła słonecznego. Sprawa to nie tak łatwa, zmierzenia, oznaczenia i policzenia rysów ciemnych. KIRCHHOFF część tylko widma słonecznego nam przedstawił, w polu pomarańczowém, żółtém, zieloném i w małej części pasma niebieskiego. Naliczył tam linii ciemnych 1200. Wszakże im mocniejsze są szkła powiększające, przez które widmo obserwujemy, tém więcej tych linii pojawia się. Uczony fizyk podzielił je na sześć klas pod względem ich szerokości, a na siedm klas pod względem ich ciemności. Dokładność jego rysunków dochodzi aż do $\frac{1}{10}$ milimetra, t. j. szerokości włosa ludzkiego.

Ta niezmierna ilość linii ciemnych widma, a liczą ich na 6000, dowodzi, że w zewnętrznej fotosferze słonecznej, przez którą światło samego słońca przebija się, wielka ilość znajduje się musi palących się gazów solnych, metalicznych, w ogóle ciał pierwiastkowych czyli elementarnych, które części białego światła słonecznego chłoną, i dla tego ciemne rysy na widmie wywołują. Znaczna część tych rysów pochodzi prawdopodobnie także z wpływu atmosfery ziemskiej, przez którą promienie słońca przechodzą.

Gdy się więc przekonano, że każdy pierwiastek elementarny na ziemi, czy to sam, czy w połączeniu z innym pierwiastkiem, osobnemi i jemu tylko właściwemi znamionuje się rysami kolorowanemi, które się natychmiast zamieniają na ciemne, gdy przez płomyk przepuszczamy światło słoneczne; — chodziło o to, aby jak najdokładniej oznaczyć, czy i którym rysom ciemnym na widmie słonecznym tamte odpowiadają, tak pod względem miejsca, jak ilości i rozmiaru linii samych. Bo natenczas wniosek był nieodparty, że linie jasne ciał palących się mineralnych, na ciemne zamienione, jeżeli trafiają zupełnie w linie ciemne widma słonecznego, starczą za dowód, jako te same minerały w fotosferze słonecznej palić się muszą.

Płomyk np. w którym się pali żelazo, wyprowadza 60 linii jasnych po różnych polach tęczowego widma. Rysy te zamieniają się na ciemne, jak skoro przez płomyk przepuścimy światło czyste, jednolite. A że takowe odpowiadają zupełnie rysom ciemnym widma słonecznego, tak co do miejsca jak ugrupowania i miary, jest to zeznaniem niejako sześćdziesięciu świadków, że w fotosferze słonecznej pali się także żelazo, jój gorącym na dymek zamienione. Z ilości linii i napiętości ich cienia, to jest czy więcej czy mniej do czarnego koloru są zbliżone, wnosić można o większej lub mniejszej ilości odpowiedniego pierwiastku, jaki się znajdować musi na słońcu.

Otóż z czynionych doświadczeń pokazało się, że sod i żelazo, następnie wodoród w największych masach, w skład fotosfery słonecznej wchodzi. Mniej wapień, magnezyn, chrom, nikiel i kobalt. Są ślady, że się tam także znajduje baryt, miedź, cynk, sod, potas. Nie przekonano się dotąd, czy się zachodzą złoto, srebro, żywe srebro, cyna, ołów, krzem, glin, kadm, arsenik, chlor, stront i lith. Ponieważ nie odkryto na słońcu kwa-



sorodu, przeto połączenia metali z tym pierwiastkiem czyli oksydacye są tam niepodobne.

Dotąd nie postrzeżono, aby jakie zmiany w liniach Fraunhoferskich zachodziły, chociaż mniemano, że gwałtowne ruchy, objawiające się w fotosferze słońca, sprowadziłyby powinny ubytek jednych, a napływ innych pierwiastków, co by na ciemne rysy widma oddziaływać musiało. Zdaje się, że w ogromie masy fotosferycznej nikną skutki wirów by téż najgwałtowniejszych, i że suma palącego się w niej materiału elementarnego jest jedna i ta sama, a jeżeli zachodzi ubytek pierwiastków, musi zachodzić i ich przybytek.

Atoli następuje na wstępie to ważne dla nas pytanie, z kąd się biorą te gazy, sole i metale, o których istnieniu na fotosferze słońca przekonywają nas rysy ciemne jego widma.

Już to analiza spektralna obala całkiem teorię WILSONA i WILLIAMA HERSZLA o formacyi globu słonecznego, teorię opartą na plamach czarnych, które się od czasu do czasu pokazują na tarczy słonecznej. Z nich wnieśli powyżsi astronomowie angielscy, że słońce jest globem ciemnym, obracającym się około swój osi w $25\frac{1}{2}$ dniach. Plamy czarne, z których niektóre są tak obszerne, żeby się w nich kilkanaście globów ziemskich pomieścić mogło; plamy te mieli za otwory w podwójnej obłoczy słonecznego globu, gwałtownymi rewolucjami zdziałane, przez które ciemność globu słonecznego przegłąda. Dla tego zaś przyjęli dwie obłocze: jedną fotosferę zewnętrzną gorącą i świecąca, która nam daje ciepło i światło, drugą atmosferę wewnętrzną, chroniącą glob słoneczny od zbytniego upału i zbytniego światła fotosfery; albowiem plamy czarne słoneczne mają przycienia, a częstokroć są tylko półcieniem, co miało dowodzić, że otwory zdziałane w obłoczach słonecznych albo się nakrywają, a wtedy ciemna powierzchnia słońca jako całocien występuje — albo otwór tylko jest w fotosferze, co sprawia widok atmosfery w półcieniu się ukazującej — albo wreszcie otwory częściowo tylko się pokrywają, co daje przycień całocieniowi plamy słonecznej. Hipotezę tę tłomaczącą jak się zdawało dokładnie fenomen plam czarnych na słońcu, przyjęli niemal wszyscy znakomici astronomowie jak LALANDE, BODE, LAPLACE, ALEKSANDER HUMBOLDT. Sam tylko JOHN HERSZEL syn powstawał przeciw teoryi ojca, nie żeby ją zbijał, ale że jęj

odmawiał wszelkiej umiejętnej podstawy, której ścisłość nauki astronomicznej wymaga.

Wedle analizy spektralnej glob słońca jest masą czystego światła z jedną tylko obłoczą czyli fotosferą, rozpuszczającą w sobie żarem gorąca pierwiastki elementarne, będące częścią téj saméj natury co ciała elementarne ziemi naszéj, częścią takie, jakich ziemia nie posiada albo jakie jeszcze w niéj odkryte nie zostały. Jakże więc wedle téj teorii tłómaczą się czarne plamy na tarczy słonecznej?

Wedle EMILA GAUTHIER z Genewy temperatura roztopu ognistego w słońcu musi się zmniejszać od środka ku obwodowi, a nieustające promienie światła rozchodzącego się w przestrzenie, oziębia powierzchne warstwy słoneczne. W skutek takiego oziębienia tężeją i te stężałe masy obracające się wraz z słońcem, przedstawiają się nam jako plamy na jego tarczy: czarne, jeżeli grube; półciemne, jeżeli płytkie; a poprzerzynane pręgami świetelnymi, jeżeli popękane. Roztapiając się na nowo w podwyższoném gorącu słońca, to zmieniają kształty swoje, to nikną zupełnie. O ile jednak wśród obrotu swego po tarczy słonecznej aż do ich powrotu na miejsce z któregośmy je uważali, nie zmieniły znacznie kształtu ani się nie rozpuściły w roztopie, posłużyć mogą za skazówkę obrotu słońca około swéj osi.

Otóż ta hipoteza GAUTHIER'go tłómaczy wiele naturalniej fenomen plam słonecznych i w myśl teorii analizy spektralnej, która fundamentalnie pojmowanie globu słonecznego jako ciała ciemnego odrzuca, a bierze go za glob światła czystego, jednolitego, którego promienie przez fotosferę różnolitego światła przedzierając się, bywają w pewnych częściach swoich pochłonięte, czego dowodem rysy ciemne widma słonecznego. Czy zaś to światło czyste pochodzi z palącego się gazu, czy z palącego się płynu, czy wreszcie jest palącym się ciałem stałym, tego pytania analiza spektralna póty rozstrzygnąć nie może, póki się nie uda widmo samegoż globu świetelnego pozyskać.

Z takiego pojęcia rzeczy wypada, że owe różnorodne pierwiastki elementarne palące się w fotosferze i unoszące się w niéj w formie rozcieńczonych dymków, nie mogą pochodzić z globu słonecznego, bo tam się pali albo jednolity gaz, albo jednolity płyn, albo jednolity metal. Muszą one zatem przybywać ze zewnątrz, przyciągane siłą atrakcyi słońca wpadać

w jego atmosferę, i paląc się w niej, powiększać jego masę światła, ciepła i chemicznych własności.

Słońce przedstawia nam się zatem nie jako świeca która się trawi i niszczy coraz większym ubytkiem materji palnej, ale jako proces palenia się, w którym ubywające materiały palne nowym przybytkiem trwanie tego procesu utrzymują, a tém samém utrzymują źródło życia całego systemu planetarnego.

W niezmiernych przestrzeniach niebios nie może zatem być próżni, ale rozszerzone i rozproszone w nich być muszą pierwiastki elementarne atomiczne, z których się światy tworzą: słońca, planety, księżycy i komety; pierwiastki rozrzucone i rozdrobnione w atomy, stanowiące karm nie tylko słońca naszego, ale i wszystkich innych słońc, o których się zaraz pokaże drogą analizy spektralnej, że i one mają fotosfery, a tém samém swoje właściwe widma.

Najnowsza teoria SCHIOPARELLEGO, astronoma z Medjolanu, o kometach i gwiazdach spadających, poparła, jeżeli nie udowodniła zupełnie co dopiero wyłożone twierdzenie analizy spektralnej. Komety przebiegające w różnych kierunkach nasz system słoneczny, a których liczba przybliżona przeszło milion wynosi, są taką kurzawą cząstek elementarnych zgęszczonych w jedną luźną masę, która z czasem rozwiązuje się w pierścienie ciałek kosmicznych, kołujących około słońca i spadających masami to na słońce, to na planety. Znane one są u nas na ziemi pod nazwą meteorytów czyli aerolitów, boledów i gwiazd spadających. Gdy atrakcja słońca 700 razy jest większą niż atrakcja wszystkich planetów i księżyców razem, o tyle téż masy daleko ogromniejsze ciałek elementarnych kosmicznych spadać muszą na słońce niż na któregokolwiek planetę, zasilając je coraz nowym przybytkiem.

Dla utwierdzenia teoryi spektralnej BUNSENA i KIRCHHOFFA—o ile ją śmiałym pomysłem zastosowali do formacji słońca—zależało wiele na tém, aby, jeżeli niepodobna zdobyć widmo samego światła wewnętrznego globu słonecznego, któreby się niezawodnie pokazało bez rysów ciemnych,—aby przynajmniej pozyskać widmo samej fotosfery, a które to widmo pokazałoby powinno rysy jasne. Innemi słowy silono się, aby mózdz odłączyć fotosferę od jądra słonecznego, i okazać że i ona jest

tylko owym spektralnym płomykiem, w którym się palą minerały, i przez który jednolite światło słoneczne przechodzi. Odłączona od jądra świecącego fotosfera, jeżeli w przyzmacie okaże rysy świetne, będzie to tryumfem analizy spektralnej. Ale jakież na to sposob, kiedy w takiej odległości i w takim ogromie kuli słonecznej, my ani światła jądra owego, ani światła jego obłoczy nigdy nie uglądamy z osobna, ale zawsze widzimy jedno tylko światło, które się do nas dostaje drogą jaką sobie promień słońca przez fotosferę toruje i jako światło już częściowo pochłonięte do nas dochodzi.

Otóż tak nazwane protuberancje, pokazujące się przy całkowitem zaćmieniu słońca, zdawały się dawać klucz do rozwiązania téj zagadki. W chwili kiedy tarcz księżycą całkowicie zakrywa tarcz słoneczną, występują na krańcach ciemnej tarczy księżycowej narośle, wypukłości, jakby obłoki czerwonego koloru, które z ustąpieniem całkowitego zaćmienia znowu nikną. Nazwano ten fenomen protuberancyami czyli wybrzękłościami fotosfery. Przekonano się bowiem, że to nie są góry księżycowe, bo góry nie malałyby ani rosły, jak to protuberancje czynią; że to nie są obłoki księżycowe, bo na księżycu atmosfery a zatem i obłoków nie ma; że to zatem są nabrzętkości samej fotosfery, wynurzające się tam, gdzie się nagromadziły i oderwały od kulistego kształtu ciała słonecznego, a jako takie wynurzyły się po za tarcz księżycową.

Są to masy nieraz bardzo ogromne, bo na 10 mil wysokie, oderwane od fotosfery i nad nią się unoszące niby obłoki. Protuberancja jest więc sporą częścią fotosfery, od niej samej i od świecącego rdzenia słonecznego odłączoną; i jeżeli się uda zdjąć z niej widmo i zobaczyć w niem rysy świetne, będzie to niezbitym dowodem, że w protuberancyi palą się ciała elementarne, że zatem i cała fotosfera jest ich paleniem i ulatnianiem się, jądro zaś słońca że jest światłem czystym, przez te płomyki fotosfery przechodzącem i przez nie częściowo połykanem, co sprawia że rysy świetne zamieniają się w widmie na ciemne.

W roku zeszłym dnia 18 sierpnia było całkowite zaćmienie słońca w okolicach zwrotnikowych Azji, i przez szczęśliwy zbieg okoliczności, jaki zaledwie co tysiąc lat się wydarza, trwała jego całkowitość przez sześć minut z okładem, kiedy

w innych zaćmieniach zwykła trwać od 3 do 5 minut najwięcej. Można więc było protuberancje przez znaczny bo sześciominutowy czas obserwować. Z tego powodu zaćmienie to zwróciło uwagę całego uczonego świata, i mężowie spektralną analizą się zajmujący, jak ojciec jezuita SECCHI z Rzymu, JANSSEN z bióra długości w Paryżu, major i inżynier TENNAUT z Londynu, z Prus Dr. VOGEL, z Austrii panowie OPPOLZER i EDMUND WEISS, opatrzeni w najdokładniejsze narzędzia astronomiczne, fotograficzne i w wyborowe spektroskopy, udali się w tamte odległe strony na różne stanowiska, by przedewszystkiém zbadać naturę protuberancji.

Na nieszczęście niebo chmurami zasłże, co w owych okolicach w sierpniu do nader rzadkich należy przypadków, utrudziło a miejscami uniemożliwiło dokładne obserwacje. Wszelako zdjęto kilka dobrych fotografii z protuberancji słonecznych.

Dr. JANSSEN robił obserwacje w Gontoor miasteczku w prowincyi indyjskiej Madras, na połowie drogi między pasmem gór i portem Masulipatom nad brzegami Coromandel. Gdy stało się zupełne zaćmienie, znikło w spektroskopie widmo słoneczne ze zniknięciem ostatniego skrawka słońca i pokazały się dwa inne widma skutkiem dwóch protuberancji wytrysłych na krańcu ciemnej szyby na niebie. Kolory ich tęczowe były jasne, ale w przedziale ciemnym, który oba widma rozdzielał, nie można było rozróżnić żadnych rysów jasnych. Obłoki zachodzące na tarcz słoneczną i ustępująca z niej tarcz księżyca nie pozwalały tego jeszcze dnia dalszych prowadzić postrzeżeń.

Szczęśliwy miał pomysł Dr. JANSSEN, że protuberancje nie tylko w czasie zaćmienia ale i w każdym innym czasie unoszą się po nad fotosferą, i że może dadzą się spektroskopem zaobserwować. Dla tego nazajutrz rano przy pogodnym niebie skierował narzędzie spektralne w stronę tarczy słonecznej, gdzie się była pokazała zeszlodniowa protuberancja. Przez otwór którym promienie światła tak padały, że jedne pochodziły ze słońca, drugie z protuberancji, pokazały się dwa widma: jedno słoneczne, drugie protuberancyjne, i w tém ostatniém odkrył dwa świetne rysy: jeden jasny czerwony, drugi bledszy niebieski, odpowiadające w zupełnej mierze rysom Fraunhofferowskim G i F. Są to rysy wodorodu. Z czego wniosek, że protuberancja jest w największej części palącym się wodorodem.

Powtarzał obserwacje jeszcze przez dni 17, obracając spektroskop po krańcach tarczy słonecznej, i natrafiwszy na protuberancje, odkrywał w nich zawsze te same linie świetne.

Stało się więc niezbitym dowodem, że i fotosfera słońca dałaby rysy świetne jako ślady palących się w niej zulutnionych pierwiastków metalicznych, gdyby się jak protuberancja dała oddzielić od światła globu słonecznego, w którego widmie pochłonięte temi palącymi się dymami promienie, występują jako rysy czarne, onym jasnym rysom odpowiednie.

Na pomysł obserwowania protuberancji po za zaćmieniem słonecznym wpadł dwoma laty wprzód Anglik NORMAN LOCKYER, bo wspomina o tém w sprawozdaniu swoim do akademii umiejętności w Londynie na dniu 11. października 1866 r. Wszakże praktyczne przeprowadzenie tego pomysłu pierwszy Dr. JANSSEN uskutečnił, a dopiero po nim inni to samo doświadczenie wykonali, i dziś stało się rzeczą dowiedzioną, że protuberancja jest palącym się wodorodem. ARAGO, astronom francuski, który szczególnie zajmował się polaryzacją światła, dociekł, że tylko światło palących się gazów nie polaryzuje się. Chwytnym polariskopem promienie światła, które od krańców tarczy słonecznej padają, znalazł że i one nie są polaryzowane. A że obrotem słońca około swój osi każdy punkt powierzchni słonecznej przechodzić musi przez kraniec tarczy, ztąd i on już zrobił wniosek, że powierzchnia słońca musi być palącym się gazem. Atoli jaki to gaz, odkryła dopiero analiza spektralna. Tak jedna teoria drugą wspiera; jedno odkrycie do drugiego prowadzi.

Poznawszy tym sposobem za pomocą widma fizyczną naturę słońca, zwrócimy spektroskop w inne odleglejsze strony nieba, do światła całego firmamentu. Aby pojąć znaczenie poczynionych tu odkryć, dać musimy choć pobieżne wyobrażenie o odległościach tych światła niebieskich.

Światła które nocną porą iskrzą na niebie, nazywają się gwiazdy stałe, bo się zdawały jakby przybite do firmamentu, obracającego się pozornie około ziemi. Są to osobne słońca, jakim jest i nasze słońce, które z onych odległości uważane, wydaje się także tylko iskrzącą gwiazdą stałą. Zanim poznano rzeczywiste oddalenia tych gwiazd, sądzono, że im gwiazda która jaśniejsze ma światło, tém musi być nas bliższą, a im słabszym promieniem światłem, tém musi być odleglejszą.

Gwiazdy więc pierwszorzędne, a takich tylko jest siedmnaście na tej półkuli nieba, którą z naszego północnego stanowiska na ziemi okiem obejmujemy, uchodziły za najbliższe, gwiazdy zaś niższorzędne, aż do szóstej wielkości, które jeszcze gołym okiem dojrzeć można, następnie gwiazdy teleskopem tylko dojrzalne miano za więcej odległe. Syryusz, najjaśniejsza gwiazda na niebie, był w tym rozumieniu najbliższym ziemi. Podawano jego odległość w przybliżeniu na dwa biliony mil, i to nazwano w astronomii odległością Syryuszową, którą mierzono odległości gwiazd wiele dalszych.

Całe to przypuszczenie pokazało się mylnym. Odkąd udało się zmierzyć parallaxy niektórych przynajmniej gwiazd stałych, poznano także rzeczywiste ich odległości. Parallaxa jest to rozwartość kąta, którego wierzchołek jest na gwiazdzie a podstawa na ziemi. Jeżeli ten kąt jest wyższy zera, parallaxa jest wymierną i oddalenie gwiazdy da się oznaczyć, jeżeli otwartość jest równa zeru, parallaxa jest niewymierną i oddalenie gwiazdy musi być bardzo wielkie, ale oznaczyć się nie da. Mamy na ziemi tylko trzy znane linie, które za podstawy parallax wzięć można, to jest promień ziemi wynoszący 858 mil, średnica ziemi mająca 1716 mil, nareszcie średnica ekliptyki czyli drogi słonecznej wynosząca 40 milionów mil. Pierwsza wystarcza na obliczenie parallaxy księżycy, którego oddalenie około 60 promieni ziemskich wynosi. Druga nie wystarcza już do znalezienia parallaxy słońca; innemi słowy, średnica ziemi ze słońca uważana równa się zeru czyli jest nieuchwytną dla oka. Podobnie obserwując gwiazdę na niebie w odstępnie sześciomiesięcznym, to jest w odstępnie najbliższego i najdalszego stanowiska naszej ziemi do słońca, uważamy tę gwiazdę z dwóch punktów o 40 milionów mil od siebie oddalonych. A jednak i ta podstawa, 24,000 razy od średnicy ziemi naszej większa, nie daje parallaxy wymiernej, bo w tej odległości ramiona kąta ponadpodstawnego w jedną linię się zlewają, innemi słowy, linia 40 milionów mil długa na płaszczyźnie obiegowej ziemi naszej poprowadzona, uważana ze środka jakiegokolwiek gwiazdy stałej, byłaby niedojrzalną, to jest równą zeru.

Jeżeli zatem udało się nowszemi czasy znaleźć i oznaczyć parallaxę tak słońca jak innych gwiazd stałych, stało się to pośrednim sposobem: przy słońcu przez obserwację przejścia

planety Wenera przez tarcz słoneczną; przy gwiazdach stałych przez wynalezienie różnicy parallax dwóch gwiazd w pobliżu siebie będących, z czego się dopióro parallaxa każdej z osobna podaje.

Parallaxa gwiazd stałych tak są małe, że żadna nie przenosi kąta otwartości jednéj sekundy. Największa dotąd znaleziona parallaxa jest gwiazdy α w konstellacyi Centaura *) wynosząca 0,918", co daje odległość, równającą się 240,000 oddaleń naszego słońca od ziemi. Światło ubiegające 40,000 mil na sekundę i przychodzące do nas z księżycą w $1\frac{1}{4}$ ", ze słońca w 8'18", z Neptuna najodleglejszego planety w $4\frac{1}{4}$ godzinach, potrzebuje $3\frac{1}{2}$ lat, aby dojść z α Centaurowego do naszego oka. Odległości innych gwiazd są daleko większe, a ztąd ich parallaxa mniejsze. Promień z gwiazdy Nr. 61 w konstellacyi Łabędzia, potrzebuje 9 lat, aby dojść do ziemi, ze Syryusza 22 lat, z gwiazdy polarnéj 40 lat, z gwiazdy Alcyone w grupie Plejad 400 lat. A zaraz zobaczymy, że tu jeszcze nie koniec odległościom.

Pokazało się więc z tych obrachunkow parallaxowych, że odległości gwiazd niższorzędnych co do światła są mniejsze, niż gwiazd pierwszorzędnych; że średnica pozorna tych gwiazd jasno iskrzących jest tylko złudzeniem oka, bo każda gwiazda stała, aczby pierwszorzędna jest tylko świecącym punktem, bez żadnéj wymiernéj średnicy; że oddalenie Syryuszowe w astronomii dawniej używane upaść musiało; bo już α Centaurowe jest od nas odległe o blisko $2\frac{1}{2}$ dawnych Syryuszowych odległości, a Syryusz sześć razy jest odeń odleglejszym.

Otóż ze światel z takich ogromnych oddaleń do nas przybywających zdjęła analiza spektralna widma i to z blisko sześciuset gwiazd stałych. Wszędzie pokazały się w widmach rysy ciemne, choć nie tak wyraźne, jak w widmie słoneczném i na inny sposób ugrupowane. Co dowodzi, że każda gwiazda stała jest słońcem, własną fotosferą otoczoném, w której także palą się elementy kosmiczne. Linie wodorodu i żelaza najwięcej tam są reprezentowane. Znaleziono przecież i wapień i sod i

*) Gwiazdy w konstellacyach niebieskich oznaczają się wedle wielkości z kolei literami greckimi, gdy te nie starczą, literami łacińskimi, a gdyby i te nie starczyły, używają astronomowie cyfer arabskich.

magnezye i chrom. U wielu znaleziono saletroród i kwasoród. W ogóle zauważano te same pierwiastki chemiczne, które w skład fotosfery słońca naszego i w skład ziemi naszej wchodzi. Choć zapewne znajdują się tam i inne pierwiastki, których ziemia nie posiada. Astronom SECCHI podzielił skład fizyczny tych gwiazd wedle obserwacji spektralnych, na trzy różne typy. A jako przedstawicieli typowych wziął Syryusza, gwiazdę α w Orionie i gwiazdę zwaną Aldebarana*) w konstellacyi Byka. Ostatni typ tém się szczególnie odznacza, że nie ma w nim śladu wodorodu, który się tak obficie w naszym słońcu i w innych typach znajduje.

Atoli są jeszcze inne zjawiska na firmamencie gwiazd stałych, dotąd niedocieczone, a które dopiero analiza spektralna wytłomaczyła. W ciągu 2000 lat, do których obserwacje astronomiczne sięgają, niektóre z gwiazd zmniejszyły widocznie napiętość światła swojego. I tak jedna z tylnych gwiazd wielkiej niedźwiedzicy była za Hipparcha czasów gwiazdą pierwszego rzędu, jak inne jej koleżanki w tej konstellacyi siedmiogwiazdzistej, a dziś zmaląła na gwiazdę trzeciorzędną.

Są znowu inne gwiazdy, które w oznaczonym peryodzie czasu przechodzą wszystkie stopnie światła syderalnego. Znikają na czas pewien, i znowu się pokazują, rosnąc w napiętość światła. Peryod tych zmian świetlnych bywa już krótszy, już dłuższy. U gwiazdy Algol w głowie Meduzy trwa tylko dwa dni 21 godzin 49 minut, i w tym czasie przechodzi ze światła drugiey wielkości do światła czwartéy wielkości i na odwrót. Gwiazda Mera w konstellacyi wieloryba w peryodzie jedynastomiesięcznym, a ściśle w 331 dniach 15 godzinach 7 minutach maleje z gwiazdy drugorzędnej na jedenastorzędną, teleskopem tylko dojrzalną: przez pięć miesięcy całkiem jej nie widać, aż znowu się ukazuje jako gwiazda teleskopowa i rośnie na gwiazdę drugiego rzędu.

Bardziej jeszcze niedocieczoném było zjawisko gwiazd nagle powstających na niebie; i albo znikających znowu po niejakiem czasie, albo pozostających już stale w tej samej okolicy firmamentu. W listopadzie 1572 roku TYCHO BRAHE, wielki znawca gwiazdzistego nieba, ujrzał w stronie konstellacyi Cas-

*) Gwiazdy pierwszorzędne w konstellacyach mają osobne nazwiska, po największej części przez Arabów nadane.

siopei, gwiazdę niezwykłego światła, której tam nigdy nie było. Ujrzeni ją i inni pospolici ludzie, bo uderzała jasnością światła. W styczniu 1573 roku poczęło się jój światło zmniejszać, a w marcu 1574 roku znikła z firmamentu zupełnie. W czasie największej świetności światło było zrazu białe, potem zmieniło się na żółte, nareszcie na różowe.

W epoce astronoma duńskiego tłumaczono sobie ten ciekawy fenomen pożarem na niebie. Ciało niebieskie, mówiono, w ogniu kończy żywot swój. Wszakże MAEDLER z Dorpatu badając obserwacye gwiazd, sięgające aż do drugiego wieku przed Chrystusem, wskazał 22 takich gwiazd, które nagle się na niebie pojawiały, i dotąd na niem poświetlają. Był to więc nie koniec, ale raczej początek ich syderalnego żywota.

Niepodobieństwem jest, aby to zmniejszanie się i zwiększanie napiętości światła niektórych gwiazd, dało się tłumaczyć oddaleniem się ich w głąb przepaści niebieskich lub zbliżaniem się ich do nas. Arago obliczył, że aby gwiazda pierwszego rzędu przez oddalenie się zejść mogła na gwiazdę drugiego rzędu, potrzebowałaby na to sześć lat czasu, i oddalałaby się musiała chyżością promienia światła, ubiegając 40,000 mil na sekundę. Jestto szybkość 200,000 razy większa od tój, z jaką się znane nam dotąd ciała niebieskie po kolei swojej toczą. Krom tego niepodobieństwa stawa na przeszkodzie takiemu tłumaczeniu zmiany światła gwiazdowego, peryodyczność jego ubytku i przybytku, którą już u przeszło stu gwiazd zaobserwowano. Musi więc być tego inna przyczyna.

Analiza spektralna przyjmuje z Williamem Herszlem nie świat raz na zawsze stworzony, ale świat tworzący się, a więc nieustające tworzenie się słońce i planetów z materji kosmicznej. Wzrastająca ściśliwość tój grupującej się materji wytwarza ciepło, które przy wysokiej temperaturze zamienia się w płomień i światło. Każde ciało niebieskie przechodzi ze stanu masy mglistej skupiającej i rozcieplającej się, w stan palenia i świecenia, następnie w skutek wypromienienia się ciepłika w stan krzepnięcia się masy na jój powierzchni. Gdzie w okół palącego się globu wydzieliła się fotosfera, tam skrzeplę masy znowu się roztopiają przez napływ nowych cząstek elementarnych, które paląc się temperaturę fotosfery powiększają. Gdzie zaś fotosfera nie wydzieliła się, albo gdzie zmaląta i zagasała,

tam krzepnienie powierzchni palącego się globu rozszerza się i powstaje z czasem glob ciemny.

Z tego wnosić należy, że w owych oddalach, z kądem nam pobłyskują gwiazdy stałe, równa, jeżeli nie większa liczba gwiazd ciemnych kołuje. Oświecenie ich przez słońca okoliczne jest zbyt słabe, aby światło z nich odbite z tych odległości dojrzanem na ziemi być mogło. W obrotach tych kołujących gwiazd ciemnych czy to w okół słońce, czyli słońce w okół nich leży niezawodnie przyczyna peryodyczności w zmniejszaniu się, znikaniu, ukazywaniu się na nowo, i w powiększaniu się gwiazdowego światła.

Gdzie peryodyczności nie ma, ale gwiazda zwolna światło swoje coraz bardziej umniejsza, tam przewidzieć można, że kiedyś całkiem z firmamentu zniknie, jak ich już tyle zniknęło od Hipparcha czasów. Są to ciała niebieskie w epoce wolnego krzepnienia będące, aż ostateczne zamienienie się na ciało ciemne nastąpi, i światło wszelkie zagaśnie.

Gwiazdy nagle rozświecone i ukazujące się, naznaczają wedle analizy spektralnej chwilę przejścia z peryodu mgły kosmicznej w peryod palenia się. Temperatura u nich doszła do tego stopnia wysokości, że materya kosmiczna ogniem a więc i światłem zapłonęła. A że wodoród najłatwiej się zapala, możnaby było sprawdzić spektroskopem, gdyby takowy za epoki TYCHO-BRAHEGO był znany, że widmo gwiazdy, która wtedy nagle zajaśniała na niebie, byłoby okazało jasne rysy wodorodowe.

Kiedy dnia 5 maja 1864 roku gwiazda pewna obserwowana, nagle z dziewiątej wielkości na wielkość drugiego rzędu urosła i znowu w czerwcu zmalała; uważana przez spektroskop pokazała dwa różne widma: jedno z gwiazdy samej z rysami ciemnymi, a więc widmo słoneczne; drugie z fotosfery z jasnymi liniami wodorodu. A więc wodoród się zapalił, i to nagle powiększenie się światła sprawił.

Przyjęcie gwiazd ciemnych obok gwiazd jasnych na firmamencie niebieskim, nie jest już dziś hipotezą, jest raczej stwierdzonym faktem. Już się tego dawniej domyślano. Sądono i słusznie, że gdyby na niebiosach rozlegających się w nieskończoność przestrzenną, same tylko były słońca, musiałyby firmament wydawać się naszpilkowany gwiazdami. Oto te słońca, acz milionami mil oddalone od siebie w głębiach niebios, mu-

siałyby się skupiać na stropie niebieskim, będącym pozornym widnokregiem naszego oka. Że tak nie jest, że między widomemi oku iskrzącymi gwiazdami rozpościerają się przestrzenie półciemne i całkowicie czarne; muszą więc tam być, albo krążące globy ciemne, które nam światło słońca zasłaniają, albo w przestrzeniach rozpościerają się masy kosmiczne nieświecące, połykające światło słońca, zanim do nas dojść mogą.

JOHN HERSZEL przyjął jedno i drugie. Bo powiada, gdyby po niebiosach krążyły tylko globy jasne i ciemne, obraz firmamentu przedstawiłby się złożony z jasnych i czarnych punktów. Gdyby w przestrzeniach niebieskich zawieszono tylko były ciemne masy kosmiczne, chłonna światło słońca, ciemność firmamentu byłaby wszędzie mglista, półcieniowa, jak to w wielu okolicach jego bezgwiazdowych pokazuje się rzeczywiście. Atoli są na nim i czarne jak noc plamy, które tylko przez ciała ciemne, zasłaniające wszelkie światło tłómaczyć się dadzą.

Atoli fakt istnienia ciał ciemnych na firmamencie stwierdził BESSEL astronom królewiecki, zmarły zawczasie. Jak LEVERRIER ze zbroceń Uranusa odkrył rachunkiem nowego planetę Neptuna, nie widząc go wcale, i obliczył jego obieg, jego masę, i jego oddalenie od słońca, i wskazał nawet miejsce, gdzie w końcu września 1846 roku znajdować się był powinien, i gdzie go GALL, ówczesny asystent obserwatorium berlińskiego rzeczywiście odkrył; — podobnie BESSEL z perturbacji Syryusza udowodnił rachunkiem, że ta gwiazda świetna mieć musi towarzysza ciemnego, około którego się obraca.

Niedowierny ALEXANDER HUMBOLDT chciał zbyć żartem to wielkie odkrycie astronoma królewieckiego, ale ten mu z całą godnością nauki odpowiedział: że jeżeli nasze słońce ma towarzyszy ciemnych, nic nie ma niepodobnego, aby ich i inne słońca nie miały; a jeżeli ciemne globy mniejsze około wielkiego jasnego słońca się obracają, nic nie przeszkadza, aby mniejsze jasne globy około wielkiego ciemnego ciała kołowały. Nie widzimy wprawdzie tych globów ciemnych ze ziemi, ale ztąd nie wypada, aby ich tam nie było.

Jakoż PETER astronom, wsparty na obserwacyach Bessla, obliczył obieg Syryusza około nieznanego ciała ciemnego na 50 lat i 27 dni; a astronomowi CLARCK udało się w nocy 31 stycznia 1862 roku, odkryć tego Syryuszowego towarzysza, za

pomocą potężnej lunety w Cambridge, w Ameryce. O tój porze, była to zapewne poblíž Syryusza, czyli największe jego zbliżenie do gwiazdy ciemnej, około której się toczy, i ztąd oświecenie jój stało się w lunecie widzialném. Trzeba odczekać 50 lat, aby tę obserwacyę módz powtórzyć.

Na takie samo odkrycie obrotu jasnej gwiazdy około ciemnego ciała natrafił MAEDLER w Procyonie i obliczył jój obieg na lat 60. SCHUBART w Cambridge znalazł, że gwiazda pierwszorzędna kłosem (*spica*) zwana, obiega w 40 latach także około ciemnego ciała. Jeżeli zatém do wyobrażenia słońca nie będziemy przypisywali wyobrażenia światła, ale samój wielkiej masy, sprawującej, że inne mniejsze ciała niebieskie około niej grawitują, będziemy wtedy mieli także ciemne słońca na niebie.

Analiza spektralna wyjaśniła nam w wielkiej części fenomeny kolorów, któremi światła syderalne błyszczą. Najwięcej prawda jest światel białych, ale są także żółte, pomarańczowe, czerwone, różowe, lazurowe, niebieskie, i to w najrozmaitszych tonach farbistych. JOHN HERSZEL wspomina, że obserwując gwiazdę α w konstellacyi południowego krzyża, naliczył 110 gwiazdek różnokolorowych, w rozlicznych barwach różu, ponsu, zieleni, złota, lazuru. Część ta firmamentu wydała mu się, jakby wysadzona drogiemi różnobarwistemi kamieniami.

Nie umiano sobie przyczyny wytłómaczyć tych światel kolorowych, zwłaszcza, że niektóre gwiazdy kolory swe zmieniały. O Syryuszu np., który dziś ma białe światło, wiadomo, że jeszcze za szkoły alexandryjskiej połyskiwał czerwono.

Przyczynę tego zjawiska na niebie widzimy co dzień na ziemi. Sole, gazy i metale różnemi barwami światła się palą. A że analiza spektralna dowiodła, że w fotosferze te same palą się ciała elementarne, staje się tём samém wytłómaczoną przyczyna tak koloru światła, jak jego zmiany. Przeważająca masa pewnego palącego się pierwiastka kosmicznego w fotosferze gwiazdy, sprawuje ten lub inny kolor, a gdy ta masa przewadze innego pierwiastka ustępuje, nastąpi zmiana koloru światła.

Nareszcie najnowsze odkrycia analizy spektralnej okazały, że większe lub mniejsze oddalenie się gwiazdy od ziemi, wywiera wpływ na grupowanie się rysów ciemnych we widmie

téjże gwiazdy. Rysy wtenczas w jedną lub w drugą stronę widma się skupiają. A zatém spektroskop wskazuje nam, czy się do nas gwiazda jaka przybliża, czy się téż od nas oddala. W pierwszym razie linie ciemne szeregują się w pas czerwony widma, w drugim razie w pas jego fioletowy.

Że gwiazdy stałe, pomimo, że je tak nazwano, jakoby stałe były na firmamencie, — na miejscu nie stoją, ale ruchy sobie właściwe odbywają, jest już dzisiaj rzeczą dowiedzioną. Nie dostrzegamy tych ruchów dla ogromnej odległości miejsc, w których się odbywają. Bo jeżeli średnica ekliptyki naszej ziemi, wynosząca 40 milionów mil, uważana z odległości najbliższej nam gwiazdy, to jest z α Centaura, jest niedojrzanym, niknącym punktem; to na odwrót i dla nas linie takiego rozmiaru w miejscach, gdzie α Centaurowe kołuje, jest ilością nie dającą się dostrzedz. Dla naszego oka gwiazda z miejsca się nie ruszyła, choć może sto milionów mil ubiegła.

Cóż dopiero mówić o innych gwiazdach stałych, stokroć, tysiąckroć i milionkroć od nas odleglejszych, niż α w konstelacji Centaura. Są dwójki albo parki gwiazd, kołujących około siebie, lub około wspólnego środka. Są one pozornie tak zbliżone do siebie, że je zaledwie najpotężniejszy teleskop, jako dwójkę osobnych gwiazd rozróżnić potrafi, a jednak wiele milionów mil rzeczywiście je od siebie oddziela. Taką dwójką jest np. Syryusz, obracający się około ciemnego swego towarzysza, a przecież rozstęp ich wedle obliczeń PETERA, jest o sto milionów mil większy, niżeli oddalenie krańcowego naszego planety Neptuna od słońca.

JOHN HERSZEL przez subtelne postrzeżenia i badania pierwszy wpadł na ślady ruchu naszego słońca z całym orszakiem planetarnym w przestrzeni świata. Po nim podjęli tę pracę z wielką usilnością PREVEST, ARGELANDER i STRUVE, i wskazali kierunek tego ruchu w stronę północną nieba, ku konstelacji Herkulesa. Niezmordowany w pracy astronomicznej MAEDLER z wielkiém prawdopodobieństwem wskazał na Alcyonę, gwiazdę w grupie Plejad, jako na punkt środkowy, około którego nasze słońce z całym systemem słonecznym obieg swój odbywa, szybkością siedmiu mil na sekundę. Obieg ten obrachowany na 22 i pół miliona lat. Któż potrafi powiedzieć, czy w pierwszym,

czy w setnym obiegu naszego słońca znajdujemy się i z niem razem tę podróż w przepaściach niebieskich odbywamy?

Podobnie dostrzeżono ruch Syryusza, w przeciwną stronę kierujący się. Atoli, ponieważ położenie téj gwiazdy jest konstellacyi Herkulesa przeciwległe, mogłoby być, że Syryusz dla tego się w przeciwną stronę od nas oddala, że słońce z planetami swemi od niego ucieka. Późniejsze obserwacye przyniesić dopiero będą mogły jakąś w téj mierze pewność.

Wszakże widzimy już ztąd, jak wielką analiza spektralna przyniesie usługę astronomii, jeżeli da jój pewną miarę i skazówkę, czy się gwiazda jaka oddala od nas, czy téż do nas przybliża, skoro dla obserwacyi teleskopowej droga mil stumilionowa, jeszcze w tych oddalach dostrzeżoną być nie może. Jako więc spektroskop przeniósł o wiele w dokładności wszystkie nasze mikroskopy, bo zdradza byt cząsteczki minerału, przez żadne powiększenie mikroskopiczne nieujętej: tak przeniesie w dokładności wszystkie teleskopy, gdy nam wykaże odbywający się ruch gwiazd, którego żadne zbliżenie teleskopowe dopatrzeć nie potrafi.

Przenosimy nakoniec nasz spektroskop w dalsze jeszcze odległości, niżeli te, w których gwiazdy stałe krążą. Kierujemy go w drogi mleczne i w okolice dalekie mgławic, nebulozami zwanych, aby nam tajemnice i z tych przepaści odsonić.

Wiadomo, że dopiero szkła powiększające i zbliżające przedmioty, któremi oko ludzkie opatrzonóm zostało, podniosły astronomię do tego stopnia rozwoju, na którym ją dziś widzimy. Sławny GALILEI wsparty lunetą, która tylko siedm razy przedmiot powiększała, odkrył nią księżycy Jowisza. GOLDSCHMIDT, lunetą o sile 300 razy powiększającą, wypatrzył dwanaście asteroidów, czyli drobnych planet, krążących między Marsem i Jowiszem, z których niektóre mają tylko kilka mil średnicy. Jak więc potężne i daleko sięgające muszą być teleskopy, których siła przedmiot 6000 razy zwiększa. Takim dalekowidzem jest refraktor lorda Rossa, ustawiony w Parsonthon w Irlandyi.

Pierwszy WILLIAM HERSZEL, swoim 40stopowym teleskopem, który zbudował na Przylądku Dobrej Nadziei, sięgnął poza granice gwiazd stałych. Droga mleczna, której długą strugę widzimy gołym okiem na niebie, podczas pogodnej bezksiężycowej nocy, rozwinęła mu się na nieprzeliczone roje gwiazd,

których liczbę w przybliżeniu obliczył na ośmnaście milionów. Stało się dlań widoczném, że wszystkie gwiazdy widome na firmamencie i cały nasz system słoneczny do téj drogi mlecznej należą.

Dopiero poza nią roztaczają się inne drogi mleczne, przedstawiając się w tych ogromnych oddalach w daleko mniejszych pozornie obrazach, niżeli nasza droga mleczna. Są one tam rozsiane w téj niezmierzonosci przestrzeni, jakby archipelagi gwiazdziste, których już gołym okiem nie dojrzeć. A światło, aby do nas z tych odległości doszło, potrzebuje 400,000 lat.

Pod potężnym teleskopem Wiliama Herszla jedne z tych mgławic rozwiązywały się na roje gwiazd tak skupionych, że na przestrzeni nie obejmującej jednej dziesiątej części tarczy księżycowej, naliczył ich 5000. Inne rozwiązywały się tylko w części na gwiazdy tu i owdzie migające, a reszta nebulozy przedstawiała się nierozwiązalną. Inne nareszcie, które dlatego planetarnymi mgławicami nazwano, nie były całkiem rozwiązalne, i zdawały się słabo świecić nie swoim, ale pożyczoném światłem.

Wobec takiego widoku wielu tysięcy mgławic, czyli dróg mlecznych, zadał sobie Wiliam Herszel w uroczystej chwili, kiedy go ta niezmierzonosc stworzenia zdumiała, to ważne pytanie do rozwiązania: ażali ten świat niezmierny jest skończoným dziełem Stwórcy, czy téż dziełem nieskończenie się tworzącém; czy świat stworzon od razu na całą wieczność, czy się ciągle tworzy i powstaje. I mąż ten uczony oświadczył się za tém drugim.

Być może powiada, że mocniejsze teleskopy, nie moje, rozwiążą na gwiazdy mgławice przezemnie za nierozwiązalne uważane, ale będą zawsze i takie, w których żadne się jeszcze nie uformowało ciało niebieskie, a cały niezmierny obszar mgławicy, jest tylko skupioną masą kosmiczną, będącą zarodkiem przyszłych słońc i planetów.

I nie omiął się Herszel Wiliam. Już syn jego John w katalogu podanym r. 1863 naliczył 5078 mgławic; z których się udało 400 z górą na roje gwiazd rozwiązać, a między temi i takie, które ojciec jego za nierozwiązalne poczytał.

Olbrzymi teleskop lorda Rosa rozwiązał ich jeszcze więcej, a nawet rozwiązał na gwiazdy niektóre mgławice plane-

tarne. Wszakże podział mgławic przyjęty przez Wiliama Herszla pozostaje zawsze jeszcze ten sam. Są jeszcze nebulozy słabo jaśniejące, bez jądra, bez koncentracji światła ku środkowi, w których żadnej gwiazdeczki nie dopatrzysz, i które dla tego za skupione materye kosmiczne uchodzić muszą, aby się dopiero po milionach lat na gwiazdy utworzyły, a miliona lat potrzeba, aby światło tych gwiazd wytworzonych do naszego oka doszło.

Co zatem dziś w tych przypadłościach niebieskich widzimy, jest to to, co było przed milionem lat; a co tam dziś się utworzyło, dopiero po milionie lat na ziemi dojrzanem będzie. I to już jest dowodem, a było nim i dla Herszla, że nie istnienie, ale stawanie się, nie byt ukończony, ale tworzący się jest cechą wszechstworzenia.

Wszelako teleskopy nie dają żadnej kategorycznej pewności tego twierdzenia. Mgławice dziś jeszcze nierozwiązalne, mogą rozwiązać się na gwiazdy pod szklami, których siła powiększająca może się w przyszłości zdwoić lub potroić, w ogóle coraz potężniejszą stawać. Nigdy więc nie nabędziemy przekonania, czy owe odległe drogi mleczne są światami skończonemi, czy dopiero tworzącemi się.

Analiza spektralna uchyliła tę niepewność i dała kategoryczną odpowiedź. Jeżeli z mgławic zdjęte widmo okaże na sobie rysy ciemne, będzie to nieodpartym dowodem, że tam są roje gwiazd słonecznych, choć ich refraktor Rossa nie docieka i za nierozwiązalne uważa. W mgławicach zaś, których widmo zdradza rysy jasne, tam jest materya kosmiczna, tam tworzą się dopiero nowe światy, i żaden teleskop, choćby wielokrotnie potężniejszy od dzisiejszych, nie odsłoni w nich roi gwiazd świecących, jakie przedstawiają inne drogi mleczne.

Jakaż to więc cudowna i zdumiewająca drobnego spektralnego narzędzia potęga, że tam sięga, dokąd najbujniejsza fantazyja sięgać się nie poważyła; że z tych okolic przepaści niebieskich, gdzie planety gasną, słońca na punkta się zmieniają, a drogi mleczne bledną i na plamy mgliste maleją; że z tych niezmiernych przestrzeni daje nam tak stanowcze i pewne odpowiedzi! Bo cytuje z onych stron na tryliony mil oddalonych świadka, świetelnego mieszkańca tych mgławic, aby tu na ziemi rysami twarzy swojej dał nam naoczne świa-

dectwo przyrodniczych własności swojej ojczyzny, zatopionój w głębinach niebios.

Kiedy pierwszy raz pryzmowy siedmiobarwny obraz światła nazwano widmem, nie domyślano się jeszcze, jak trafny na to zjawisko optyczne znaleziono wyraz. Leży w nim coś z natury ducha bezcielesnego, nieograniczonego ani przestrzenią ani czasem, bo sam nieskończony i niezmierny przenika każdą inną niezmiernoność i nieskończoność. Otóż i widmo, nieuchwytnie jak światło, nagle powstaje i nagle znika, bez względu na to z jakiej odległości przychodzi.

Oto czém jest analiza widmowa. Jest to fizyka nieba, wyświecająca skład i formację ciał niebieskich; jest to chemia syderalna, wyszukująca pierwiastki materii stworzonego i tworzącego się świata, po planetach i księżycach, po słońcach i kometach, po drogach mlecznych i mgławicach; zgoła po wszystkich przestrzeniach nieba, zkad choćby słaby promień światła nas dochodzi.

Dziesiątek lat dopióro jej istnienia, a tak zdumiewające już jej zdobycze! Jakaż więc musi być doniosłość przyszłego jej rozwoju!



BIBLIOTEKA GŁÓWNA AGH



1000340573

BIBLIOTEKA
GŁÓWNA



AKADEMII
GÓRNICZO
HUTNICZEJ

II 68036

*Nie
wypożycza się*
N2B 17968