

Bogdan Wszolek

Przezroczystość Wszechświata i międzygwiazdowe pasma rozmyte jako wyzwania dla rozwoju wiedzy przyrodniczej

Zagadnienia Filozoficzne w Nauce nr 63, 113-132

2017

Artykuł został opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Przezroczystość Wszechświata i międzygwiazdowe pasma rozmyte jako wyzwania dla rozwoju wiedzy przyrodniczej

Bogdan Wszolek

Akademia im. Jana Długosza w Częstochowie;
Obserwatorium Astronomiczne Królowej Jadwigi
w Rzepienniku Biskupim

The transparency of the universe and diffuse interstellar bands as a challenge for the development of science

Abstract

In general introduction few examples of astronomical explanations of well-known and common local physical phenomena are presented. They are meant to show that it is often much easier to explain commonly experienced phenomena by investigating the behavior of something which is very far from the observer. In main chapters of the article the transparency of interstellar and intergalactic medium as well as the mystery of diffuse interstellar bands are presented. These very important fundamental problems are – for some reasons – overlooked by contemporary researchers. Plausible mechanisms of sociological, psychological and methodological kinds are proposed in last chapter as a potential explanation of

fading of the scientific attempts to understand the nature and to create better future for the mankind. These are ethics in science and interdisciplinary way of solving scientific problems.

Keywords

diffuse interstellar bands; light extinction; ethics in science; interdisciplinary methods in science.

1. Wstęp

Mogłoby się zdawać, że poznanie przyrodnicze zachodzi najefektywniej tam, gdzie występuje bezpośrednia bliskość badanego zagadnienia w stosunku do badacza. Historia nauki pokazuje jednak, że w wielu przypadkach zrozumienie czegoś, z czym mamy powszechnie do czynienia na Ziemi, przychodzi dopiero wraz z obserwacjami astronomicznymi. Weźmy dla przykładu grawitację. Doświadczają jej nieustannie wszyscy mieszkańcy Ziemi, ale dopiero obserwacje ruchów planet Układu Słonecznego pozwoliły odkryć i zweryfikować prawo powszechnego ciężenia, które nie tylko opisuje matematycznie siły przyciągania przedmiotów przez Ziemię, ale tłumaczy powstawanie i ewolucję wszelkich ciał niebieskich. Podobnie, że zjawiskiem światła ludzkość miała do czynienia od zawsze, a problem szybkości jego rozchodzenia się w przestrzeni zaprzął umysły filozofów przez tysiąclecia. Dopiero precyzyjne obserwacje astronomiczne zaćmień księżyca Io przez Jowisza rozstrzygnęły, że światło rozchodzi się ze skończoną szybko-

ścią, bliską 300 000 km/s. Ta astronomicznie odkryta właściwość światła ma jakże ważne konsekwencje – dzięki niej mamy wgląd w historię Wszechświata. Światło przychodzące do nas dzisiaj, zostało bowiem wypromieniowane przez ciała niebieskie w dalekiej przeszłości, liczonej w tysiącach, milionach i miliardach lat.

Nawet tak przyziemną sprawę, jak prawo zachowania momentu pędu, pozwalające dziś opisywać zjawiska nawet w mikrokosmosie, trzeba było Keplerowi odnaleźć w ruchach planet. Problem ruchu N ciał grawitujących też wziął się z oglądu spraw na niebie. Wypracowany formalizm opisu ruchu N ciał niebieskich, np. w Układzie Słonecznym, jest wykorzystywany dla opisu wielu sytuacji fizycznych na Ziemi. Cała mechanika kwantowa, opisująca zjawiska na poziomie atomów i molekuł, korzysta z tego formalizmu lub na nim się wzoruje. Ograniczenia formalizmu na poziomie makrokosmicznym przenoszą się na mikrokosmos. Już zagadnienie ruchu trzech ciał, np. w układzie Słońce-Ziemia-Księżyc, nie daje się kompletnie rozwiązać analitycznie z powodu zbyt małej ilości znanych tzw. całek ruchu. Podobnie w mechanice kwantowej; jeśli atom posiada więcej niż jeden elektron (jądro + dwa elektrony to są już trzy ciała), nie daje się analitycznie opisać. (Ruch N punktów materialnych w izolowanych układach, tzw. zagadnienie N ciał, jest określony przez układ $3N$ równań różniczkowych drugiego rzędu. Pełne rozwiązanie takiego układu równań jest równoznaczne podaniu $6N$ całek ruchu. Jednakże w ogólnym przypadku można otrzymać ich tylko 10. Są to: 6 całek ruchu opisujących prostoli-

niowy, jednostajny ruch środka układu rozważanych punktów, całka energii wyrażająca fakt, że energia mechaniczna układu jest stała oraz 3 całki określające niezmiennosc momentu pędu układu). Cierpi astronomia, cierpią też fizyka i chemia, na niedobór całek ruchu. Skądinąd, układy wielu ciał, choćby w Układzie Słonecznym, nie rozlatują się – są stabilne. Można stąd przypuszczać, że całek ruchu jest więcej niż dotychczas znanych dziesięć. Czy ewentualnych dalszych dostarczy kiedyś astronomia?

Przywołane przykłady ilustrują, że często droga do odkrycia praw przyrody prowadzi poprzez badanie czegoś, co znajduje się daleko na niebie. Sama zaś astronomia, co może mało oczywiste dla wielu współczesnych myślicieli, to nauka autonomiczna (nie dział fizyki!) posługująca się właściwymi sobie metodami, u podstaw których znajduje się obserwacja zjawisk na niebie (nie eksperymentowanie, jak w fizyce) wspomagana od zawsze matematyką, a ostatnio również fizyką, chemią, biologią i innymi dziedzinami szczegółowymi, jak chociażby technikami numerycznymi i technologiami kosmicznymi. U astronoma jest też inne zasadniczo podejście do przenikania tajemnic przyrody niż np. u fizyka. Astronom jest nastawiony na odbiór, pokorne „wsluchiwanie” się w mowę Wszechświata. Fizyk miewa skłonność do „dyktowania” światu, jakim ma być, a to może prowadzić do długich zastojów poznawczych.

Współcześni astronomowie, analizując światło ciał niebieskich, mają wgląd nie tylko w fizykę jego źródeł, ale także w niektóre tajniki środowiska międzygwiazdowego i międzygalaktycznego. Dochodzące światło zawiera bowiem ślady

wszelkich jego wcześniejszych oddziaływań ze środowiskiem materialnym. W tym kontekście zostaną tu przybliżone szczególnie dwa zagadnienia przyrodoznawcze, od lat czekające na rozstrzygnięcie i współcześnie jakby porzucone przez świat nauki. Pierwsze dotyczy przezroczystości Wszechświata, a drugie natury międzygwiazdowych pasm rozmytych. W zakończeniu zawarte zostaną refleksje dotyczące etyki i metodologii działalności naukowej inspirowane rozważaniami wokół zaprezentowanych zagadnień.

2. Ograniczona przezroczystość Wszechświata

Przezroczystość Wszechświata jest ważnym problemem współczesnego przyrodoznawstwa, podejmowanym zarówno w astrofizyce, jak i w kontekście kosmologicznym oraz filozoficznym. Współczesne techniki obserwacyjne zdają się być wystarczająco precyzyjne, by zagadnienie przezroczystości ośrodka dzielącego ciała niebieskie od obserwatora traktować już nie tylko jakościowo, ale przede wszystkim ilościowo. Samo pojęcie światła jest dziś rozumiane szerzej, niż to miało miejsce powiedzmy sto pięćdziesiąt lat temu. Wiemy, że ludzkie zmysły są wrażliwe tylko na wybrane wąskie pasmo jego częstotliwości. Techniki obserwacyjne dzisiejszej astronomii obejmują cały zakres światła (promieniowania elektromagnetycznego), od najbardziej energetycznego promieniowania gamma do najslabszego energetycznie promieniowania radiowego. A wszystko we Wszechświecie

świeci. Zgodnie z prawami fizyki, każde ciało o temperaturze wyższej od zera bezwzględnej jest źródłem promieniowania elektromagnetycznego. Wszechświat zatem nie skrywa swoich tajemnic. Problem leży po stronie człowieka. Czy ten jest go ciekaw? Czy chce mu się przyglądać? Ile swego potencjału poznawczego jest gotów zainwestować w badanie przyrody?

Prześledźmy jakościowo drogę światła od jego źródła, np. gwiazdy w jakiejś odległej galaktyce, do obserwatora. Fotony tego światła rodzą się w materii gwiazdy, a ich spektrum energetyczne jest funkcją temperatury tej materii. Rozpierzchają się potem na wszystkie strony. Jedne giną już w najbliższym sąsiedztwie źródła, np. zostaną pochłonięte przez znajdujące się tam atomy czy cząsteczki. Te, które zdołają opuścić gwiazdę, „zmęczą” się nieco pokonując siły grawitacji, najpierw gwiazdy, potem galaktyki. To wczesne „zmęczenie” sprawi, że do obserwatora dotrą kiedyś jako mniej energetyczne niż były na starcie. Astronom powie, że widmo światła zostało grawitacyjnie przesunięte ku czerwieni. Grawitacja osłabia nieco energię fotonów, ale nie zmniejsza ich ilości. Wszystkie mają równe szanse dotrzeć kiedyś do naszego obserwatora. Jednak uda się to tylko części z nich. Jedne zginą zaabsorbowane przez atomy i cząsteczki napotkane po drodze. Inne w oddziaływaniu z drobinami materii (m.in. z elektronami, jądrami atomowymi, cząsteczkami, ziarnami pyłu) zostaną rozproszone na boki i zgubią pierwotny kierunek. Taki proces astronomowie nazywają ekstynkcją, albo osłabieniem blasku gwiazdy, spowodowanym ograniczoną przezroczystością ośrodka. Procesy absorpcji

i rozpraszania fotonów mogą działać wybiórczo. Jedne częstotliwości (fotony) łatwiej się im poddają, inne zaś trudniej. W rezultacie całego ciągu najrozmaitszych oddziaływań światła z materią rozproszoną w środowisku kosmicznym, widmo promieniowania docierającego do obserwatora jest znacznie bogatsze w informacje niż było na starcie po opuszczeniu źródła. Astronom, mając do wglądu ilość i rozkład widmowy docierającego promieniowania, chce z niego wydobyć możliwie najwięcej informacji o tym wszystkim, z czym borykało się ono po drodze. To trudne zadanie jest współcześnie wykonalne. Dla przykładu, z pomiaru rejestrowanych linii widmowych daje się wydobyć informacje o rodzaju i ilości atomów oraz cząsteczek napotykanym przez promieniowanie elektromagnetyczne po drodze od źródła do obserwatora. Zaś analiza polaryzacji promieniowania radiowego pozwala wnioskować o gęstości elektronów w przestrzeni międzygwiazdowej i międzygalaktycznej.

Trzeba sobie dobrze zdawać sprawę z tego, że informacje o Wszechświecie, jakie jest w stanie uzyskać astronom, są zwykle tylko wrywkowe i na ogół niejednoznaczne. Weźmy choćby, oczywisty, acz najczęściej nieuświadomiony, obserwacyjny efekt selekcji. Wrażliwość detektorów jest z natury rzeczy ograniczona. Z drugiej strony, we Wszechświecie wszystko świeci, zatem istnieje poświata, tło promieniowania o jasności zależnej od energii jego fotonów. Daje się zatem obserwować tylko te obiekty, których jasność przekracza jasność tła przynajmniej o tyle, ile wynosi dolny próg detekcji przyrządów/metod obserwacyjnych. W pogodny dzień nie widzimy gwiazd wi-

docznych nocą, bo jasność dziennego nieba (tła) jest tak duża, że oko ludzkie nie rejestruje różnicy jasności pomiędzy jasnością nieba z dodaną jasnością gwiazdy, a jasnością samego nieba. Ale i nocą, jeśli popatrzymy na niebo z miasta, gdzie światło licznych lamp zwiększa poświatę atmosfery, zobaczymy tylko najjaśniejsze gwiazdy. Gdy wyjedziemy za miasto, gdzie poświata atmosferyczna zblednie, zobaczymy znacznie więcej gwiazd. Z odległych od cywilizacji szczytów górskich zobaczymy ich jeszcze więcej, a z kosmosu najwięcej. Gdyby zmniejszyć nie poziom jasności tła, a wrażliwość przyrządu obserwacyjnego, też uzyskamy podobny efekt. Gołe oko dostrzega z danego miejsca mniejszą ilość gwiazd na stopień kwadratowy niż oko uzbrojone w lornetkę. Przez duży teleskop dostrzeże ich jeszcze więcej. Jeśli zamiast oka umieścić w ognisku teleskopu kliszę, ilość gwiazd na zdjęciu znów wzrośnie, bo klisza jest wrażliwsza od oka, wobec możliwości stosowania długich czasów naświetlania. Konkludując, przy ustalonym poziomie jasności tła i przy ustalonej czułości detektora, zawsze istnieją obiekty wymykające się obserwacji. Zaglądając w odległe obszary Wszechświata, choćbyśmy to czynili spoza ziemskiej atmosfery i użyli największych teleskopów wyposażonych w najczulsze detektory, zobaczymy tylko najjaśniejsze obiekty i pozostaniemy w pełnej nieświadomości istnienia tam obiektów świecących zbyt słabo, byśmy mogli je dostrzec. Zawsze istnieje jakiś horyzont, poza który nie mamy wglądu na danym poziomie rozwoju technik obserwacyjnych. Zaś w pobliżu tego horyzontu postrzegamy tylko najjaśniejsze obiekty. Dzieje się tak,

nawet przy założeniu idealnej przezroczystości Wszechświata. Mętność przestrzeni i efekty selekcji, jedno i drugie niechciane a nieuniknione, uniemożliwiają wgląd w całość Wszechświata.

Za ekstynkcję promieniowania elektromagnetycznego odpowiadają głównie drobiny pyłu, zalegające przestrzeń międzygwiazdową i międzygalaktyczną. Udział w ekstynkcji samych atomów i cząsteczek w fazie gazowej jest zdecydowanie mniejszy. Ziarna pyłu składają się z ogromnej ilości atomów i cząsteczek, zespolonych w skomplikowany konglomerat obdarzony dużym ładunkiem elektrycznym. Zimny pył kosmiczny jest podstawowym i najbardziej pospolitym bytem w przyrodzie. Narzucające się swoim ogromnym blaskiem gorące obiekty, np. gwiazdy, zajmują tylko znikomy ułamek całej objętości Wszechświata. Zimny pył świeci bardzo słabo i w niewidzialnej części widma (w zakresie mikrofalowym i podczerwonym). Techniki obserwacji w tych obszarach widmowych, dostępnych głównie spoza atmosfery, rozwinęły się stosunkowo niedawno i chyba tylko to jest sensownym usprawiedliwieniem zapóźnień przyrodoznawczych w odniesieniu do pyłu kosmicznego.

Chociaż formalnie pyłem kosmicznym można nazwać wszelkie ciała stałe w przyrodzie, poczynając od mikroskopijnych ziarenek o rozmiarach submikronowych, a na ciałach planetarnych kończąc, to jednak pospolite wyobrażenie ziarna pyłu kojarzy się z czymś bardzo małym, co ogląda się pod mikroskopem. Choć ilość maleńkich ziarenek pyłu jest w przyrodzie największa, to nie może to zwięść badacza. Większe ziarna, choć mniej liczne, mogą skupiać w sobie znacznie większą masę. Nie-

policzalna ilość ziaren piasku na powierzchni Ziemi bardzo niewiele znaczy pod względem masy wobec zgromadzonych na niej stosunkowo nielicznych, ale masywnych, kamieni i ogromnych brył skalnych. Funkcjonuje w astronomii pojęcie funkcji świecenia galaktyk. Byłoby dobrze posiadać podobną funkcję masy ziaren pyłu! Żeby wiedzieć, jaki procent masy Wszechświata zawarty jest w mikroskopijnych ziarnach, a jaki w milimetrowych, centymetrowych, metrowych itd. Problem masy, nie tyle jako budulca, ale przede wszystkim jako źródła grawitacji, należy do kluczowych dla rozumienia Wszechświata. A warto też nadmienić, że określona masa materii, np. jednego kilograma, powoduje tym większą ekstynkcję, im bardziej ją rozdrobnić. Jeśli pomierzmy ekstynkcję, to nie wiemy, czy wywołała ją ogromna masa skupiona w dużych i masywnych ziarnach, czy znacznie mniejsza masa, ale bardzo rozdrobniona. Taką samą bowiem ekstynkcję może wywołać mała ilość bardzo rozdrobnionej materii, co wielka ilość materii, ale mniej rozdrobnionej!

O ile mikroskopijne ziarna oddziałują ze światłem widzialnym selektywnie, tj. powodują jego poczerwienienie, wobec efektywniejszego rozpraszania światła niebieskiego niż czerwonego, o tyle ekstynkcja na dużych ziarnach ma charakter niezależny od długości fali. Mówi się, że duże ziarna odpowiedzialne są za ekstynkcję szarą, a małe za selektywną lub barwną. Astronomowie wypracowali dość precyzyjne techniki określania wartości ekstynkcji selektywnej w środowisku lokalnym, ograniczonym do naszej Galaktyki. Przebarwienie obiektów daje się stosunkowo łatwo zauważyć i pomierzyć. Wartość

szarej ekstynkcji pozostaje nieznana, bo wciąż brakuje skutecznych i jednoznacznych metod jej wyznaczania. W konsekwencji, nie wiemy np., jakie są odległości najdalszych obserwowanych obiektów. Mogą one być np. dwa albo cztery albo więcej razy mniejsze, niż się pospolicie uważa.

Odległości obiektów astronomicznych (r) wyznacza się za pomocą wzoru na tzw. moduł odległości:

$$m - M = 5 \log r - 5 + A,$$

gdzie m i M oznaczają odpowiednio obserwowany i absolutny blask gwiazdy, natomiast A jest ekstynkcją. Ze wzoru wynika, że $r_0/r = 10^{0.2A}$, gdzie r_0 oznacza odległość przy zaniedbaniu ekstynkcji. Załóżmy dla przykładu, że ekstynkcja na odcinku obserwator obiekt wynosi 1 magnitudo. Wtedy $r_0/r = 1.58$, czyli zaniedbanie ekstynkcji w ilości 1 mag spowoduje błąd (zawyżenie) odległości równy 58%. Podobnie, zaniedbanie ekstynkcji w ilości 5 mag, daje $r_0/r = 10$, czyli 10-krotne przeszacowanie prawdziwej odległości.

Jakie zawirowania w poglądach naukowych może wywołać lekceważenie ekstynkcji, niech posłuży tu modny dziś temat supernowych (SN) typu Ia. W świetle obserwacji obiekty te na dużych odległościach (z ok. 1) są o 15-25% słabsze niż wynikałoby to z przewidywań opartych na analizach bliskich SNIa ($z < 0.1$). Zjawisko można wyjaśnić przyjmując istnienie szarej ekstynkcji zaledwie w ilości 0.2–0.3 mag na dystansie ponad 6 mld lat świetlnych. Jednak postanowiono, że wynik zostanie

oficjalnie zinterpretowany zgoła inaczej. Forsuje się w sposób skrajnie nieodpowiedzialny ideę o przyspieszaniu ekspansji Wszechświata i o rzekomym występowaniu we Wszechświecie tzw. ciemnej energii. Pospieszono się, równie nieodpowiedzialnie (zresztą nie po raz pierwszy w problematyce dotyczącej ewolucji Wszechświata), z Nagrodą Nobla.

Ziarna pyłu, odpowiedzialne za ograniczoną przezroczystość przestrzeni, są też bardzo interesujące same w sobie, i nie tylko w kontekście kosmicznym. Należy je traktować jako dogodne miejsca przebiegu wielu reakcji chemicznych oraz przejść fazowych prowadzących do powstawania skomplikowanych cząsteczek organicznych, w tym leżących u podstaw życia.

Zagadnienie przezroczystości przestrzeni międzygwiazdowej i międzygalaktycznej jest w nauce współczesnej mocno zaniedbane i jakby programowo przemilczane. Skądinąd, bez jego gruntownego zbadania nie może być mowy o postępie prawdziwej wiedzy o Wszechświecie. Taka sytuacja sprzyja tylko szerzeniu się unaukowionych zabobonów i efektywnemu szkodzeniu nauce.

3. Międzygwiazdowe pasma rozmyte

Od zarania dziejów ważnym zagadnieniem filozoficznym jest pochodzenie życia. Ostatnie ożywienie tą problematyką idzie w parze z odkryciami egzoplanet, potencjalnych siedlisk żywych organizmów. W gruncie rzeczy, nie wiemy jak powstaje życie

– kolejny fenomen, z którym mamy powszechnie do czynienia na Ziemi. Czy i tu odpowiedź miałaby przyjść skądś z góry i czy znowu mieliby dostarczyć jej astronomowie? Zastanawiał się kiedyś Johannes Kepler, czy sześciokątne płatki śniegu powstają w akcie stwórczym jakichś inteligentnych duszków, czy może samoistnie. Czy nie jest tak, że niewidzialne mikrocząstki wody mają taką przyrodzoną właściwość, że przy spełnieniu odpowiednich warunków fizycznych otoczenia muszą dopasować się do siebie tak, żeby makroskopowo przyjąć kształt sześciokątny? Tłumaczenie z duszkami załatwiało sprawę. Jednak duch badacza ciągnął drogą trudniejszą, a z jego pytania o przyczynę kształtu śnieżynek wyrosła nowa dziedzina nauki – krystalografia. Dostarcza ona wspaniałego przykładu samoporzędowania (zmniejszania entropii) w obrębie materii nieorganicznej. Czy podobny proces może leżeć u podstaw życia? Czy w odpowiednich warunkach fizykochemicznych samoistne powstanie życia jest nieuniknione?

W kontekście powyższego warto przybliżyć zagadnienie tzw. międzygwiazdowych pasm rozmytych (MPR), znane w astronomii już od niespełna stu lat. Nośniki MPR są dziś najdłużej nierozwiązaną zagadką spektroskopii. MPR są to pasma absorpcyjne pochodzenia międzygwiazdowego widoczne w widmach gwiazd. Światło podążając od gwiazdy do obserwatora napotyka po drodze półprzezroczyste obłoki materii, stanowiące surowiec przyszłych gwiazd i planet. Nie jest tajemnicą, że materia międzygwiazdowa jest bogata w pierwiastki i cząsteczki chemiczne. Wiadomo też, że w znaczącym stop-

niu jest ona zestalona w ziarna pyłu międzygwiazdowego, który to pył (jako dostarczyciel powierzchni) jest odpowiedzialny za powstawanie niektórych cząstek chemicznych, jak choćby cząsteczki wodoru (H_2). Ziarna pyłu, działając na podobieństwo katalizatora, leżą u samych początków astrochemii. Cząsteczka wodoru, jako wyjściowa dla reakcji chemicznych prowadzących do bardziej skomplikowanych molekuł, nie może powstać w środowisku gazowym pozbawionym pyłu. Gdy dwa atomy wodoru zderzą się z sobą w wolnej przestrzeni, utworzą w najlepszym razie niestabilny układ, który natychmiast się rozpadnie na pojedyncze atomy. Jeśli zderzenie nastąpi na powierzchni ziarna pyłu, nadmiar energii powstałego układu zostanie odebrany przez ziarno i układ się stabilizuje. Powstaje cząsteczka wodoru, która po jakimś czasie odparuje z ziarna i może, już w gazowym środowisku, wchodzić w dalsze reakcje, prowadzące do bardziej skomplikowanych molekuł. Obłoki międzygwiazdowe zawierają wszystkie znane pierwiastki oraz wiele cząsteczek, rejestrowanych i identyfikowanych spektroskopowo. Wydajność procesów syntezy molekuł w takich obłokach silnie zależy od czynników fizykochemicznych, znacząco odmiennych w różnych obszarach przestrzeni międzygwiazdowej, a nawet w obrębie tego samego obłoku. W takich obłokach gazu i pyłu, penetrowanego przez fotony promieniowania elektromagnetycznego, dochodzi w temperaturach pyłu rzędu 100 K do powstania nośników MPR. Wiadomo, że raz utworzone są bardzo odporne na rozpad. Wiele wskazuje, że powinny to być molekuły z dużą zawartością wę-

gla i składające się raczej z dużej ilości atomów. Postulowano kiedyś, że możliwymi nośnikami MPR mogą być (wtedy jeszcze hipotetyczne) fulereny. Napędzane astronomicznie poszukiwania fulerenów zostały zwieńczone sukcesem na miarę Nagrody Nobla. Siłą rozpędu odkryto też grafen, jeszcze jedną alotropową postać węgla. Mimo ogromnego znaczenia tych odkryć dla różnorodnych zastosowań, w świetle dotychczasowych laboratoryjnych analiz spektroskopowych nic nie wskazuje na to, aby fulereny czy grafen miały być nośnikami MPR. Nadto, jak pokazują obserwacje astronomiczne, nośników MPR może być wiele, z pewnością nie jeden. Za produkcję kilkuset linii z rodzaju MPR może odpowiadać całkiem spora ilość nośników. Wbrew pozorom, to obiecująca perspektywa. Jeśli kiedyś astronomowie, w oparciu o precyzyjne analizy spektroskopowe, zdołają wyodrębnić tzw. rodziny spektroskopowe pośród MPR, to identyfikacja nośnika w laboratoriach astrochemicznych stanie się łatwiejsza i ostatecznie skuteczna. W skład określonej rodziny spektroskopowej linii absorpcyjnych wchodziłyby tylko te MPR, za które odpowiada jakiś jeden nośnik. Inny nośnik będzie odpowiadał za inną rodzinę spektroskopową. Pośród dobrych kandydatów na nośniki MPR uznaje się dziś łańcuszki węglowe oraz policykliczne aromatyczne węglowodory. Względy estetyczne, od których astronomia nie stroni, wyróżniają cząsteczkę o nazwie coronen ($C_{24}H_{12}$) z grupy węglowodorów aromatycznych (piękne liczby atomów we wzorze sumarycznym cząstki i piękna jej struktura – siedem sześciokątnych pierścieni węglowych, połączonych

w idealnie symetryczny obrazek). Trzeba jednak zauważyć, że propozycje nośników MPR obarczone są silnie efektami selekcji, wynikającymi z tradycji badawczych laboratoriów chemicznych, które organizowano pod przyziemne zapotrzebowania. Laboratoria astrochemiczne z prawdziwego zdarzenia, jeśli gdzieś w świecie funkcjonują, to na zasadzie łączenia tematyki obliczonej w pierwszej kolejności na doraźne zyski, a dopiero w drugiej na mało obiecujące badania *stricte* astrochemiczne. Jeszcze gorzej ma się rzecz z wyposażeniem i obsadą laboratoriów astrobiologicznych. Nie dziwi zatem, że z propozycjami na nośniki MPR wciąż pozostajemy przy kombinacjach zaledwie dwóch pierwiastków – węgla i wodoru. Ale przecież w środowisku międzygwiazdowym, wszędzie gdzie jest węgiel, jest też azot i tlen. Bardziej naturalne byłoby poszukiwanie cząsteczek o szerszym spektrum atomowym, odzwierciedlającym względne obfitości pierwiastków w obłokach międzygwiazdowych.

Analiza profili MPR w widmach astronomicznych nie pozwala jednoznacznie rozstrzygnąć, czy nośniki występują w fazie gazowej, czy zestalonej. Może mamy do czynienia z obiema sytuacjami? Rozstrzygnięcie w tym względzie pozwoliłoby zredukować znacząco ilość „ślepych uliczek” w analogowych badaniach laboratoryjnych, koniecznych dla identyfikacji nośników MPR.

Jest bardzo prawdopodobne, że zagadnienie MPR bliższe jest astrobiologii niż astrochemii. Istnieje wiele przesłanek, że tajemnicze nośniki MPR mogą być kluczowe dla zrozumienia

fenomenowi życia. Tlen i wodór w odpowiednich warunkach prowadzą do sześciokątnych gwiazdek śniegowych. Czy atomy węgla, tlenu, azotu i wodoru, wchodzące prawdopodobnie w skład cząsteczek – nośników MPR, na podobnej zasadzie mogą prowadzić w korzystnych warunkach do powstania życia? Wizja taka jest kusząca i domaga się pilnie weryfikacji. Tymczasem poszukiwanie nośników MPR jest w nauce niszowe i zajmuje się nim na serio tylko garstka uczonych w świecie.

4. Refleksje końcowe

Przedstawiono powyżej dwa istotne zagadnienia współczesnego przyrodoznawstwa, które są szczególnie bliskie autorowi, ze względu na jego osobiste zaangażowanie badawcze w zakresie ekstynkcji światła oraz spektroskopowej analizy obłoków międzygwiazdowych. Podobnych przykładów można by przytoczyć znacznie więcej i nie tylko z zakresu astronomii. Ilustrują one, że badania podstawowe, choć w najwyższej mierze pożądane i realne pod względem wykonawczym, nie zawsze znajdują odpowiednie zainteresowanie ludzi nauki. Najwyraźniej dobór tematów badawczych nie jest odzwierciedleniem naturalnych pobudek i zainteresowań samych uczonych, którzy najlepiej zdają sobie sprawę z tego, co jest najpilniejsze do zbadania, ale jest zewnętrznym manipulowany przez środowiska pozanaukowe, którym bliższe są partykularne interesy niż górnolotne idee. Badacz przyrody musi dokonywać wyboru pomiędzy ide-

alistycznym stylem swoich działań poznawczych, a podejściem typowo pragmatycznym, często stymulowanym zewnętrznie i nie zawsze czystym etycznie.

W nauce, bardziej niż w innych dziedzinach życia, liczą się stanowiska jasne. Albo jest TAK, albo nie jest TAK, albo nie wiadomo jak jest! Inne twierdzenia są mętne i służą raczej pokrętnym interesom niż poznaniu. Brak etyki w działaniach ludzkich hamuje rozwój, hamuje poznanie, hamuje postęp ku wspanialszej przyszłości. Dobitnym przykładem niech tu będzie podbój kosmosu. Dokąd przygodę kosmiczną traktowano bardziej uczciwie, postępy były imponujące. Kiedy eksplorację kosmosu ubiznesowiono i upolityczniono, od razu pojawiły się problemy spowalniające rozwój w tej dziedzinie. Od czasu, kiedy ostatni człowiek opuścił Księżyc, upłynęło 45 lat. Czym tłumaczyć tak długi zastój? Problem najwyraźniej nie leży po stronie możliwości, ale po stronie etyki. Komuś ten zastój służy i dobrze przekłada się na profity.

Dawniej wszechstronność wykształcenia badaczy przyrody była motorem postępu. Dzisiaj w modzie jest interdyscyplinarność. Jeśli poznanie przyrody ma być kompletne, to trzeba rzeczy ujmować z pozycji wielu szczegółowych dyscyplin przyrodniczych. Tu nie ma wątpliwości. Jednak grupa, choćby liczna, przedstawicieli wąskich specjalności nie może z powodzeniem zastąpić wybitnej i wszechstronnie wykształconej jednostki. Specjaliści z różnych wąskich dziedzin nie są w stanie należycie porozumieć się między sobą, co skutecznie osłabia sprawność poznawczą zespołu interdyscyplinarnego. Tak jak grupa

pagórków nigdy nie wespnie się wyżej niż pojedynczy wyniosły szczyt górski, tak zespół badaczy o wąskich specjalnościach nie dorówna jednemu badaczowi o przyzwoitym wszechstronnym wykształceniu. Podobnie jak brak etyki w działaniach naukowych, interdyscyplinarne metodologie mogą bardziej hamować niż przyspieszać postęp przyrodoznawczy.

Przyjmuje się zwyczajowo, że normy etyczne i wszelka mądrość, również w odniesieniu do przyrodoznawstwa, pochodzą z „góry”, z nieba. Wiele też przemawia za tym, że ludzkość nigdy nie oderwie się trwale od Ziemi bez wcześniejszego globalnego sprostania podstawowym normom etycznym. I choć umysłem niecierpliwym boleśnie doskwierają różnorakie zahamowania procesów poznawczych, to można mieć nadzieję, że niebiańskie rubieże niebawem odsłonią się przed ludzkością pełniej i wyraźniej.

Bibliografia

- Brosch, N., Almoznino, E., Wszolek, B., Rudnicki, K., 1999. The nature of a dusty ring in virgo. *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 308, s. 651–663.
- Krelowski, J., Snow, T.P., Papaj, J., Seab, C.G., Wszolek, B., 1993. On the system of diffuse interstellar bands at 5844 and 5850Å. *Astrophysical Journal*, 419, s. 692–697.
- Rudnicki, K., Wszolek, B., 1992. The intergalactic dust. In: G.A. Mamon, D. Gerbal (eds.), *The distribution of matter in the universe*. Meudon: Observatoire de Paris-Meudon, s. 343–349.
- Wszolek, B., 1994. Is there matter in voids?. In: H.C. Arp, C.R. Keys, K. Rudnicki (eds.), *Progress in new cosmologies: Beyond the Big*

- Bang: *13th Cracow Summer School of Cosmology*. New York: Plenum Press, s. 67–69.
- Wszolek, B., 1995. Observational limits on intergalactic matter. *Astrophysics and Space Science*, 227, s. 151–155.
- Wszolek, B., 2006. Międzygwiazdowe pasma rozmyte. W: C. Kozłowski (red.), *Materiały z II Interdyscyplinarnego Seminarium Studenckiego – Forum Młodych Nauki*. Częstochowa: AJD, s. 83–88.
- Wszolek, B., Czajka, M., 2002. Analiza widmowa emisji podczerwonej obłoków międzygwiazdowych. *Prace Naukowe WSP w Częstochowie, Fizyka, V*, s. 79–97.
- Wszolek, B., Godłowski, W., 2003. Toward an adequate method to isolate spectroscopic families of diffuse interstellar bands. *Monthly Notices of Royal Astronomical Society*, 338, s. 990–998.
- Wszolek, B., Golda, Z., 1996. A search for infrared emission from extragalactic clouds in the sculptor group of galaxies. *Apeiron*, 3(1), ss. 1–2.
- Wszolek, B., Kania, A., 2005. Galaktyczna natura Obłoku Rudnickiego-Baranowskiej. *Prace Naukowe AJD w Częstochowie, Fizyka, VI–VII*, s. 61.
- Wszolek, B., Kuczara, M., 2001. Badanie natury emisji podczerwonej z obszaru gromady galaktyk Zw5897. *Prace Naukowe WSP w Częstochowie, Fizyka, IV*, s. 111–122.
- Wszolek, B., Nagel, E., 2002. Spectroscopic families of diffuse interstellar bands. *Journal of Physical Studies*, 6(4), s. 447–450.
- Wszolek, B., Owczarek, G., 1998. Modeling of the effects due to intergalactic extinguishing clouds in distribution of galaxies. *Acta Cosmologica, XXIV-2*, s. 177–185.
- Wszolek, B., Piłat, A., 2005. Badania spektrofotometryczne wybranych ciemnych obłoków międzygwiazdowych w podczerwieni. *Prace Naukowe AJD w Częstochowie, Fizyka, VI–VII*, s. 71.
- Wszolek, B., Wszolek, M., 2003. Diffuse Interstellar Bands. *Astronomical and Astrophysical Transactions*, 22(6), s. 821–825.