

Jerzy Kijowski

Trudności współczesnej fizyki mikroświata i próby ich przezwyciężenia

Studia Philosophiae Christianae 46/1, 55-64

2010

Artykuł został zdigitalizowany i 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.

JERZY KIJOWSKI

Wydział Matematyczno-Przyrodniczy – Szkoła Nauk Ścisłych UKSW, Warszawa

TRUDNOŚCI WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI MIKROŚWIATA I PRÓBY ICH PRZEZWYCIEŻENIA

Chciałbym wyjaśnić, że gdy mówię o fizyce teoretycznej, mam na myśli również matematykę i *vice versa*. W każdym razie jedno od drugiego niewiele się różni. Dlaczego wybrałem temat „trudności” a nie „sukcesów”? Bo nasz dzisiejszy Gość, choć filozof, jest również czynnym fizykiem teoretycznym, czyli matematykiem, i uczestniczy w próbie przewycięzania tych trudności. Jest tych trudności wiele i to bardzo poważnych. Co prawda, na użytek tzw. szerokiej publiczności możemy się chwalić wspaniałymi osiągnięciami fizyki dwudziestowiecznej, sami jednak jesteśmy bardzo dalecy od zachwytu nad stanem naszego obecnego rozumienia fundamentalnych zjawisk fizycznych w skali mikroskopowej. Wydało mi się interesującym mówienie o pracach ks. Profesora w kontekście tego właśnie, z czego jesteśmy niezadowoleni.

Gdy fizyk bierze się do jakichś podsumowań albo, co gorsze, próbuje cokolwiek prognozować, musi mieć przed oczyma bardzo złośliwy figiel, jaki Historia zgotowała jednemu z największych – lordowi Kelvinowi. Pod koniec XIX wieku próbował on podsumować ówczesne osiągnięcia fizyki. Tenor jego wystąpienia, słynnego wykładu w Towarzystwie Królewskim, w roku 1900. był mniej więcej taki: *W zasadzie wszystko już zrozumieliśmy. Zostało jeszcze sporo szczegółów technicznych, które będziemy dopracowywać przez następnych kilkadziesiąt lat, ale szkielet rozumienia świata został już zbudowany.* Na tym świetlanym horyzoncie lord Kelvin zauważył jedynie dwie niewielkie chmurki. Był jednak święcie przekonany, że wkrótce uporamamy się też i z nimi. Tymczasem z tych dwóch niewielkich chmurerek spłynęły zaraz potem dwie wielkie teorie fizyczne, które zupełnie zre-

wolucjonizowały nasz sposób myślenia o świecie: teoria względności i teoria kwantów. Można powiedzieć, że wyrzuciły do góry nogami ten szkielet myślowy, który Kelvinowi tak się bardzo podobał, że uważał go za bliski doskonałości.

Minęło ponad sto lat! Pomyślmy, jak wyglądamy u progu XXI wieku. Gdybyśmy ogłosili konkurs na przechwałki, zapewne my, fizycy dwudziestowieczni zdołalibyśmy ten konkurs wygrać z lordem Kelvinem. Rzeczywiście, wiek XX przyniósł fizyce ogromny postęp. Sięgnęliśmy niebywale daleko. Zbudowaliśmy modele matematyczne bardzo wielu zjawisk, o których naszym antenatom nawet się nie śniło. Przede wszystkim sięgnęliśmy do obiektów niezwykle odległych na skali wielkości fizycznych – obiektów, które nie mieszczą się w naszym potocznym doświadczeniu. Z jednej strony staramy się opisać cały Wszechświat, z drugiej zaś oddziaływania już nie tylko między atomami, lecz wręcz między obiektami subatomowymi. Ponieważ zjawiska te są tak bardzo dalekie od naszego potocznego doświadczenia, to i konieczny do ich opisu język, a więc matematyka, którą tworzymy (a właściwie odkrywamy, jestem głęboko przekonany, że właśnie odkrywamy), staje się bardzo trudna. A bez takiego języka nie potrafimy ich opisywać. Ta matematyka bardzo różni się od klasycznej matematyki XIX-to wiecznej, do której jesteśmy przyzwyczajeni.

Jeśli typowe odległości w świecie atomów mają wartość rzędu 10^{-8} cm, tzn. jednej stumilionowej centymetra, to dla współczesnego fizyka jądrowego czy fizyka cząstek elementarnych są to już wielkości bardzo duże – potrafimy przecież dokonywać eksperymentów, w których czasie kontrolujemy pojedyncze atomy. Możemy się chwalić, że potrafimy je niemal „trzymać w palcach”. Natomiast opisując jądro atomowe, dochodzimy do wielkości rzędu 10^{-13} cm, czyli jeszcze sto tysięcy razy mniejszych. Kiedy mówimy o tak małych obiektach, przypomina mi się zdziwienie pewnego dyslektycznego, ale bardzo inteligentnego dziesięciolatka, w świetlicy Towarzystwa Przyjaciół Dzieci, gdzie moja żona jako wolontariuszka pomaga dzieciom w odrabianiu lekcji. Ów dziesięciolatek miał się uczyć jednostek długości: metry, centymetry, milimetry... Kiedy doszło do mikrometrów, zapytał zdumiony: „To milimetr można podzielić jeszcze na tysiąc części? A w jaki sposób?” Była to uwaga bardzo przytomna. Przecież tak małe wielkości są

tworem naszego umysłu, a ich związek z opisem realnego świata jest sprawą wymagającą głębokiej refleksji. Właśnie w tym celu tworzymy nową matematykę jako język, który ma opisywać zjawiska mikroskopowe. Ta matematyka jest, jak powiedziałem, trudna, abstrakcyjna i słabo się nadaje do popularyzacji.

Jednak nacisk na popularyzację jest ogromny. W rezultacie powstają często potworki filozoficzne, jak ten opisany w znanej książce Alana Sokala o wdzięcznej nazwie *Modne bzdury*. Sokal bardzo sprytnie i dowcipnie sparodiował próby mówienia o współczesnej fizyce i posługiwania się przy tym skomplikowanymi strukturami matematycznymi poza granicami ich stosowalności. Ot, napisał na przykład taki artykuł, którego tytuł można byłoby przetłumaczyć na język polski w następujący sposób: *Transgresja granic ku transformatycznej hermeneutyce kwantowej grawitacji*. Jest to zbiór nic nie znaczących nonsensów, postmodernistyczny bełkot, który jednak w wielu środowiskach w pewnym momencie został przyjęty za dobrą monetę. No cóż, popularyzowanie nauki to – jak widać – działalność bardzo niebezpieczna!

Mam jednak przed oczyma również inny model popularyzacji. Przyniosłem tu małą książeczkę, noszącą niepozorny tytuł: *Nauka, religia, dzieje*. Zawiera ona zestaw referatów wygłoszonych w połowie sierpnia roku 1980, a więc już prawie trzydzieści lat temu, w Castel Gandolfo. Są tu nawet dwa referaty naszego dzisiejszego Gościa honorowego. Jest też referat mojego mistrza i nauczyciela – profesora Krzysztofa Maurina, który Ojca Świętego uczył wtedy jednego z trudniejszych twierdzeń matematycznych, mianowicie Twierdzenia o Indeksie. Myślę, że podczas przerwy można będzie zapytać księdza Profesora, czy sądzi, że profesorowi Maurinowi udało się nauczyć Papieża, co to jest twierdzenie o indeksie. Otóż mając przed oczyma ten właśnie sposób filozofowania, czyli popularyzacji nauki, chciałbym wreszcie przejść do tematu mojego wystąpienia.

Gdy współczesny fizyk opisuje zjawiska mikroświata, posługuje się teorią kwantów. Ten zlepek pojęciowy oznaczał najpierw mechanikę kwantową, która powstała w latach dwudziestych minionego wieku i która następnie została uzupełniona o kwantową teorię promieniowania. Rezultat tego uzupełnienia nazywa się kwantową teorią pola. Szczycimy się, że kwantowa teoria pola, w szczególności jej pewna

wersja zwana elektrodynamiką kwantową, jest najdokładniejszą teorią fizyczną. Rzeczywiście: pozwala przewidywać wyniki pewnych doświadczeń optycznych z dokładnością do 10 cyfr znaczących, co – gdy się nad tym zastanowić – powinno wprowadzić nas w zdumienie i zachwyć. Tego rodzaju dokładność jest w naszym potocznym doświadczeniu po prostu absolutnie niewyobrażalna: to tak, jakbyśmy próbowali podać odległość od bieguna do równika z dokładnością do jednego milimetra! Przecież nawet nie umiemy sobie wyobrazić, jak moglibyśmy sprawdzić, czy rzeczywiście wartość ostatniej cyfry w tej liczbie została podana poprawnie.

Teoria kwantów powstawała stopniowo. Początkowo mechanika kwantowa pojawiła się w dwóch różnych wersjach. Z jednej strony była propozycja Wernera Heisenberga z Getyngi. Napisał on pewne równanie, zbiór symboli, któremu początkowo nie umiał nadać sensu matematycznego. Trzeba było dopiero kilku lat, by zrozumieć, co te symbole oznaczają. Przez jakiś czas działalność w tej dziedzinie była manipulowaniem symbolami wprowadzonymi przez Heisenberga, ale sens tych manipulacji pozostawał wciąż tajemniczy. Była to zatem teoria matematycznie bardzo słabo skonstruowana. Z drugiej strony Erwin Schrödinger, mniej więcej tym samym czasie, w Wiedniu, zaproponował zupełnie inne podejście do mechaniki kwantowej i trzeba było czekać kilka lat, aż John von Neumann stworzy właściwy język matematyczny, w którym teoria ta daje się sformułować w sposób naturalny. I wtedy okazało się, że z jednej strony postulatowi Heisenberga, który nazywamy dziś kanonicznymi regułami komutacji, można nadać bardzo precyzyjny sens matematyczny, z drugiej zaś, że mechanika kwantowa Heisenberga i mechanika falowa Schrödingera są tym samym.

Gdy już powstała mechanika kwantowa i zaczęła święcić tryumfy, gdy opisano za jej pomocą wiele zjawisk fizycznych, okazało się, że zaszło coś niezwykle ciekawego, o czym chciałbym Państwu opowiedzieć. Jest to fakt z historii nauki, który prawdopodobnie nie ma istotnego znaczenia, ale – być może – stanowi jakieś *memento* i nie jest wykluczone, że ma to związek z zainteresowaniami naszego dzisiejszego Gościa.

Otóż od połowy dziewiętnastego wieku matematycy rozważali pewne abstrakcyjne struktury matematyczne: macierze, czy też operatory,

i tworzyli ich teorię. W ten sposób powstała teoria spektralna operatorów. Na razie w wydaniu bardzo skromnym – skończenie wymiarowym. Jej pełna wersja, obowiązująca w ogólnych przestrzeniach Hilberta i stanowiąca podstawowy język mechaniki kwantowej, powstała dopiero później, w latach trzydziestych XX wieku. Ale już na przełomie wieków matematycy zajmowali się *widmami operatorów*. Było to pojęcie bardzo abstrakcyjne, bez żadnego związku z fizyką. Tymczasem wtedy właśnie królową nauk fizycznych była spektroskopia, dzięki której poznaliśmy m.in. skład chemiczny materii zawartej w odległych obiektach astronomicznych. Ona też zajmowała się *widmami*: czy to molekularnymi, czy atomowymi. Te dwa pojęcia: *widmo operatora* w matematyce oraz *widmo pierwiastka* w fizyce nie miały ze sobą nic wspólnego. Zupełnie przypadkowym zbiegiem okoliczności zostały one nazwane tym samym słowem. Aliści po powstaniu mechaniki kwantowej okazało się, że te fizyczne widma to nic innego jak właśnie matematyczne widma odpowiednich operatorów, o których mówiła mechanika kwantowa. Czy to tylko zbieg okoliczności?

Mechanika kwantowa w zadziwiający sposób zdołała przewidzieć *widma* promieniowania rozmaitych atomów i molekuł. Ale natychmiast pojawił się niedosyt: brak opisu mechanizmu, dzięki któremu widmo to jest wypromieniowywane. A więc po wstępnych sukcesach nowej teorii należało ją uzupełnić teorią pola promieniowania otaczającego cząstki, które były opisywane już w sposób „kwantowy”. O ile swobodne pole elektromagnetyczne dało się w stosunkowo prosty sposób wtłoczyć w ramy pojęciowe powstającej fizyki kwantowej, o tyle opis oddziaływania między polami materii a polami promieniowania w zasadzie do dzisiaj nie został dokonany. Hasłem dnia jest tutaj właśnie wspomniana „kwantowa teoria pola”, czyli postulat opisanego w ramach jednej, matematycznie spójnej teorii oddziaływania między fundamentalnymi składnikami mikroświata i to w sposób respektujący takie jego własności, jak zgodność z Einsteińską strukturą czasoprzestrzeni czy przyczynowość. Taka teoria w ścisłym sensie nie istnieje. Niemniej wymyślono wiele doraźnych sposobów postępowania w celu ominięcia pojawiających się po drodze paradoksów. W rezultacie skonstruowano wiele wartościowych modeli rozlicznych zjawisk fizycznych. W ramach tych modeli umiemy obliczać przewi-

dywane wartości wielkości fizycznych, które potem mierzy się w doświadczeniu. Wyniki tych obliczeń w zdumiewająco dokładny sposób zgadzają się z pomiarami, dzięki czemu „kwantowa teoria pola” awansowała do rangi Królowej Fizyki. Jej główne idee stanowią punkt wyjścia do budowy coraz to nowych modeli, opisujących coraz to nowe zjawiska. W ostatnim czasie takim spektakularnym polem zastosowań jest np. kondensat Bosego-Einsteina, nazwany nawet nowym stanem skupienia materii. Tych nowych zastosowań, w których fizyka kwantowa święci tryumfy, jest coraz więcej.

Jeśli jest tak dobrze, to czemu jest tak źle? Otóż dlatego, że kwantowa teoria pola, mimo upływu czasu, mimo ogromnego wkładu najlepszych matematyków i fizyków teoretycznych, nie uzyskała niestety do tej pory sformułowania matematycznie zadowalającego. A przecież tacy uczeni, jak: Lars Hörmander, Artur Wightman, Rudolph Haag, Lars Görding, są najjaśniejszymi nazwiskami na firmamencie dwudziestowiecznej matematyki! Ich kilkudziesięcioletni wysiłek nie przyniósł zadowalającego rezultatu. Ciągłe nie wiemy, co to jest to *pole kwantowe*, które ma być przecież podstawowym budulcem materii. Do konstrukcji modeli zjawisk posługujemy się tzw. podejściem perturbacyjnym w elektrodynamice kwantowej i jego rozszerzeniami na teorie pól z cechowaniem. To podejście wiąże się z takimi wielkimi nazwiskami, jak Freeman Dayson, Richard Feynman, Julian Schwinger czy Sin-Itiro Tomonaga. Chcielibyśmy traktować otrzymany w ten sposób ciąg wyników jako ciąg przybliżeń dobrze określonej teorii, której trudnych równań nie umiemy rozwiązać. A tymczasem jest to w gruncie rzeczy ciąg różnych teorii, z których każda nie jest konsystentna, i o których, co gorsza, wiemy, że na pewno nie zbiegają do jakiejś finalnej, zadowalającej teorii. A mimo to mamy nadzieję, że uzyskane w ten sposób wyniki będą coraz dokładniej opisywały rzeczywistość!

Patrząc na historię nauki i jej wspaniałych sukcesów można podtrzymać się na duchu i nabrać przekonania, że te dzisiejsze trudności zdołamy zapewne kiedyś przezwyciężyć. Tyle tylko, że mija 60, 70 lat, a my ciągle jesteśmy bezradni, jak na początku. W ostatnich dekadach kwantowa teoria pola uzyskała bardzo wiele rozmaitych uzupełnień, jak teoria pól z cechowaniem, na której bazie wyrosły tak zwany model standardowy czy teoria oddziaływań „elektro-słabych”. Heurystycznie

otrzymujemy tutaj bardzo wiele wartościowych rezultatów, ale do wymaganej spójności matematycznej ciągle daleko.

W tej sytuacji mamy dwa wyjścia: albo starać się reperować to, co stare i dobrze sprawdzone, choćby pruć się niemiłosiernie, albo szukać czegoś radykalnie nowego. Zdrowe, konserwatywne podejście podpowiada, żeby raczej nie odrzucać tego, co przyniosło nam tak wiele sukcesów, i obecnymi trudnościami zbytnio się nie zrażać. Są tu na horyzoncie rozmaite, bardzo obiecujące metody – w szczególności techniki oparte na dyskretyzacji czaso-przestrzeni i związanych z tym obliczeniach, tzw. symulacjach Monte Carlo. Pozwalają one przypuszczać, że – być może – obecne trudności jakoś się w końcu uładzą.

Jeśli jednak nie wierzyć w to, że trudności kwantowej teorii zostaną pokonane, trzeba szukać czegoś zupełnie nowego. Chciałbym wspomnieć o kilku próbach radykalnej zmiany patrzenia na świat: na przestrzeń, czas, i materię w skali mikroskopowej – które są w tej chwili rozważane przez fizyków teoretycznych i które, być może, zdetrionizują w przyszłości kwantową teorię pola. Z braku czasu ograniczę się tylko do wyliczenia.

Jedną z takich możliwości jest, być może, *kwantowa teoria grawitacji*. Można tu mieć obiekcje, ponieważ grawitacja jest teorią z innej dziedziny: dotyczy *wielkich* odległości. Oddziaływanie grawitacyjne między składnikami atomu jest przecież blisko 40 rzędów wielkości słabsze niż oddziaływanie elektromagnetyczne. A siły jądrowe są jeszcze mocniejsze! Możemy się zatem czuć uprawnieni do stwierdzenia, że grawitacja nie ma nic do rzeczy, gdy mówimy o fizyce mikroświata. Jest jednak coś intrygującego w fakcie, że – gdy za dobrą monetę przyjmiemy znakomicie udowodnioną *ogólną teorię względności* Einsteina, a więc fakt, że czasoprzestrzeń nie jest płaska – w takim świecie w ogóle nie potrafimy myśleć o kwantowej teorii pola, a jej podstawowe narzędzia pojęciowe, jak rozkład na fale płaskie, a zatem definicja cząstek i antycząstek, po prostu przestają mieć jakikolwiek sens. Jest tak, ponieważ kwantowa teoria pola, tak jak umiemy ją obecnie uprawiać, musi mieć jako tło (*background*) przestrzeń płaską. Istnieją, co prawda, pewne próby budowania kwantowej teorii pola w czasoprzestrzeni zakrzywionej, niektóre z nich bardzo szacowne, np. wychodzące ze szkoły Rudolpha Huga, ale osobiście nie widzę,

by można się było po nich spodziewać, że doprowadzą do czegoś ważnego w najbliższym czasie.

A więc może grawitacja jest jakimś kantowskim „warunkiem możliwości opisu świata”? Może właśnie konieczność pogodzenia teorii względności – dotyczącej dużych skal – z kwantową teorią pola – dotyczącą mikroskali, a zatem jakaś wersja „kwantowej grawitacji” – doprowadzi w przyszłości do zasadniczego przełomu.

Już w latach 70. i 80. dwudziestego wieku podejmowano ciekawe próby dodawania nowych wymiarów do czasoprzestrzeni. Są one oparte na teoriach Kaluzy-Kleina z lat dwudziestych. No i jeszcze te dodatkowe wymiary mogłyby być tzw. *supersymetryczne*. Zajmuje się tym bardzo wielu fizyków i tu też mieliśmy nadzieję na zasadniczy przełom. Niestety, mimo długotrwałych poszukiwań przełom nie nastąpił. Co więcej, wydaje się, że teoria *supersymetrii* też nie uzyskała zadowalającego matematycznie sformułowania, a wszystkie jej rozważania wydają się wciąż zawieszane na poziomie heurystyki.

Bardzo duży rozgłos zyskała teoria strun, która nawet aspirowała do dumnej nazwy TOE, czyli *Theory of Everything* (ogólnej teorii wszystkiego). Dzisiaj wymieniamy te określenia raczej z ironią, bo one się zdecydowanie nie sprawdziły. Teoria ta była oparta na spostrzeżeniu, że cząstki elementarne opisujemy w dualizmie falowo-korpuskularnym – z jednej strony jako fale, ale z drugiej jako obiekty czysto punktowe. Ta „punktowość”, czyli brak jakiegokolwiek rozciągłości, wcale nie jest uzasadniona: dlaczego fundamentalne obiekty teorii miałyby być punktami? Niechby były obiektami rozciągniętymi. Jeśli zaś rozciągniętymi jednowymiarowymi, to właśnie *strunami*. Wkrótce jednak fizycy pracujący w tej dziedzinie doszli do wniosku, że akurat jednowymiarowe obiekty też nie powinny być uprzywilejowane. Doszło zatem do uogólnień: początkowo na teorię *membran*, potem – ponieważ może tu być wiele wymiarów – na teorię *N-bran*, czy też po prostu *bran*.

Ta teoria od początku była bardzo krytykowana, m.in. przez Richarda Feynmana. Ja również mam bardzo krytyczny stosunek do tych prób. Podstawowym zarzutem była tu uwaga, że do objaśnienia zjawisk zachodzących w skali 10^{-13} – 10^{-16} cm teoria wprowadza obiekty (struny) „żyjące w skali Plancka”, czyli o „rozmiarach” rzędu 10^{-33} cm. Przecież skala makroskopowa, rzędu 1 cm, jest o wiele bliższa, a wie-

my, że nasze makroskopowe intuicje są zupełnie nieprzydatne do opisu cząstek elementarnych! Jak w tej sytuacji uwierzyć, że intuicje „rodem ze skali Plancka” mogą tu być przydatne? Wydaje mi się, że jest to jakby ucieczka do przodu: teoria strun jest jak gdyby kwantową teorią pola tyle, że na nieskończeniowym wymiarowej przestrzeni. A zatem: gdy w prawdziwej kwantowej teorii pola niczego nie można udowodnić z powodu ogromnych trudności matematycznych, to tam już *zupełnie nic* nie wiadomo, bo trudności matematyczne są *nieskończenie większe*. Jest to jedynie mój osobisty pogląd, być może niesprawiedliwy. Nie spodziewam się jednak z tej strony zasadniczego postępu w fizyce.

I wreszcie chciałbym przedstawić ostatnią grupę usiłowań. Są one właśnie związane z najnowszymi pracami naszego Dostojnego Gościa. Jest to, mówiąc ogólnie, geometria nieprzemienne, czyli *niekomutatywna*. Wiąże się z tym znakomicie funkcjonująca – bardzo trudna, ale doskonale osadzona – teoria matematyczna: *teoria grup kwantowych*. Ten kierunek badań wiąże się też z bardzo wybitnymi nazwiskami; m.in. Alain Connes, jeden z laureatów najbardziej prestiżowego odznaczenia w matematyce: medalu Fieldsa. Pojawi się tu też i polskie nazwisko: Stanisław L. Woronowicz, profesor Uniwersytetu Warszawskiego, który jest jednym z twórców grup kwantowych. Aby krótko streścić próby opisanie mikroświata przy użyciu geometrii niekomutatywnej, można powiedzieć, że chodzi w nich o to, iż być może miał rację tamten dziesięciolatek, mówiąc, że milimetra nie da się bezkarnie podzielić na 1000 części. Że, jeśli zaczniemy patrzeć w głąb w coraz to mniejszej skali, wtedy czasoprzestrzeń przestanie wyglądać jak *continuum*, z którym mamy do czynienia w potocznym doświadczeniu. Może się bowiem okazać, że w tak małej skali zobaczymy strukturę czasoprzestrzeni zupełnie inną niż ta, którą sobie wyobrażamy, ekstrapolując swoje potoczne, makroskopowe doświadczenia. Matematyka związana z geometrią niekomutatywną jest bardzo ciekawa, wręcz fascynująca: to bardzo zaawansowana analiza funkcjonalna, teoria operatorów na przestrzeni Hilberta. Uzyskano tutaj już wiele znakomitych rezultatów matematycznych, ale ich przydatność do opisu rzeczywistości fizycznej ciągle jeszcze jest bardzo wątpliwa.

„Geografię” różnych teorii naukowych, które miałyby doprowadzić do skonstruowania spójnego matematycznie opisu zjawisk mikroświa-

ta, można byłoby porównać do geografii miasta żyjącego po dwóch stronach rzeki, nad którą brakuje mostu. Po jednej stronie żyją fizycy, posługujący się wysoce uproszczonymi narzędziami matematycznymi, którym niekiedy udaje się jednak zbudować dobry model konkretnych zjawisk. Po drugiej stronie żyją matematycy tworzący bardzo piękne, abstrakcyjne struktury teoretyczne, ale ich związek z modelowaniem konkretnych zjawisk fizycznych jest bardzo luźny. A mostu ciągle brakuje. Starzy mieszkańcy dobrze pamiętają, że kiedyś był: przecież jeszcze niedawno studenci fizyki i matematyki zaliczali te same wykłady i zdawali te same egzaminy, a dopiero po kilku latach wspólnego studiowania „rozchodzili się” do swoich specjalizacji. Ale potem most się zawalił – jak w pięknym niegdyś Mostarze – i miasto zostało podzielone na dwa różne, odseparowane światy.

Czytając pisma ks. Profesora Michała Hellera, mam wrażenie, że mocno wierzy on, iż kiedyś jakiś solidny most połączy brzegi tej trudnej do sforsowania rzeki, tak jak po wielu latach odbudowano w końcu most w Mostarze. Ja sam bardzo mocno podzielam tę nadzieję.

PHYSICS OF FUNDAMENTAL INTERACTIONS, ITS DIFFICULTIES AND WAYS TO OVERCOME THEM

Summary

The paper outlines principal difficulties which arise when trying to construct a consistent fundamental theory of elementary particles and fields. Different proposals how to overcome these difficulties are discussed.