

[Transcript] Nauka To Lubię / Czy potrzebujemy dziś nauki? Rozmowa z prof. Andrzejem Draganem

Gdyby zrobić ranking znanych polskich fizyków, ten człowiek z całą pewnością byłby na samym topie.

Fizyk, teoretyk, fizyk, kwantowy pracownik wydziału fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, ale także pracownik Uniwersytetu w Singapurze, a przy okazji niezwykle barwna postać, ekscentryczna,

ale też artysta, fotografik, filmowiec, nauka to lubię, profesor Andrzej Dragan. Bardzo zapraszam.

Czego chciałbyś się dowiedzieć Andrzej Dragan?

No teraz się chcę jednej leczyć dowiedzieć i tak bardzo się chcę dowiedzieć, że nic innego nie robię, tylko od pół roku walę głową ścianę i wciągam do tego jeszcze 100 do ludzi i wspólnie walimy w tą ścianę.

Na razie jakieś pojedyncze pęknięcie, chciałbym tylko być widać, ale nie wiadomo dlaczego to doprowadzi.

Jest duża szansa, że to będzie zmarnowane parę miesięcy życia.

Co tak konkretnie jest, jeśli to da się wytłumaczyć?

Ja się jakiś czas temu zajmowałem taką bardzo nieortodoksyjną rzeczą dotyczącą rozszerzenia szczególnej trójwzgędności

i badaliśmy taki niekonwencjonalny aspekt szczególnej trójwzgędności,

bo ona okazuje się dopuszcza ruchy z prędkością nadświatną i można całą strukturę ratywistyczną rozszerzyć do tych nadświatnych obserwatorów.

No i generalnie całą plasystową teorię, żeśmy sobie stworzyli,

jak to miałyby wyglądać w takiej 19-lecznej fizyce,

a jeszcze w 20-lecznej fizyce, gdzie nie ma faktów kwantowych w pełni.

No i interesuje nas sformułowanie tego zagadnienia w języku kwantowej toripola,

czyli skwantowanie, jak to się mówi, tych nadświatnych obiektów.

I to jest problematyczne, bo wszystkie standardowe metody nie działają.

I ludzie próbowali to robić standardowymi metodami

i świadomie bądź nie ładowali w jakichś kompletnych wzórach

i to mądrzy ludzie bardzo, bardzo dużo prac, bardzo dobrych fizyków,

którzy próbowali ten problem rozwiązać

i to prowadziło w jakieś kompletnie absurdalne obszary.

No i my teraz wiemy już, jak tego nie robić.

Wiemy na ile sposobów tego nie można zrobić i szukamy kolejnego.

Czy to, czym ty się zajmujesz, da się wytłumaczyć dzieckom przed szkołą,

czyli nie używając tych jionowych pól, nie używając nadświatnych słów

i nie używając tej całej terminologii, bez której być może to jest niewytłumaczalne.

No to spróbujmy. Tu jest piłeczka, muszę mieć jeszcze miskę.

Jak tą miskę włożę do piłki, tu ona będzie tam się wokół na tej miski bujać.

I to jest obiekt klasyczny, który dobrze rozumiemy,

ale również potrafimy ten problem opisać na poziomie teorek kwantowej.

Czyli wiemy, co by się stało, gdyby ta miska była kwantowa

i wiemy, jak ta piłka by się zachowywała, gdyby na dnie tej miski się bujała.

Mamy pełną teorek, która to opisuje.

Bardzo inaczej niż w tej klasycznej?

Są drobne różnice, ale też tu jest wiele analogii.
Natomiast żeby opisać mechanizm cząstki siksa,
trzeba taką piłkę umieć postawić na odwróconej misce,
gdzie ona stoi nad samym czubku
i może polecieć w każdą stronę.
I nie wiadomo, w którą poleci, bo miska jest symetryczna
i to niewielka fluktuacja może spowodować,
że ta piłka poleci albo w tą, albo w tamtą stronę.
Czyli równowaga chwiejna?
Taka chwiejna równowaga.
I okazuje się, że nikt nie potrafi dobrze opisać na poziomie teorek kwantowej
pół, które są właśnie takiej chwiejnej równowadze.
A dokładnie taka równowaga pojawia się, jak mówimy o polach,
które są tachionowe, czyli takie nadświatle w pewnym sensie.
Czy nikt nie potrafi powiedzieć, w którą stronę na poleci
pod wpływem jakiś warunków zewnętrznych?
Nawet nie chodzi o to, że nie potrafimy powiedzieć, w którą stronę na poleci,
bo to jest na koniec pewien nieprzewidywalne
i spodziewamy się, że jakaś kwantowa fluktuacja
spowoduje, że ona gdzieś poleci, gdzieś wyląduje po jednej ze stron,
łamiąc symetrię tej miski.
To jest właśnie ten mechanizm słynny o mania symetrii.
Natomiast to jest jeszcze gorzej.
My nie mamy konsystentnej kwantowej teorii
opisującej takie sytuacje.
Czyli nawet, gdybyśmy mogli jakoś przewidzieć,
my nie znamy mechanizmu, którym moglibyśmy to opisać.
Mamy klasyczny mechanizm i wiemy mniej więcej,
że klasyczna piłka stoty się skutuje jakiejś fluktuacji, w którą stronę,
ale nie ma w pełni kwantowej teorii,
która by konsystencie to opisywała.
I nie jest jasne, czy w ogóle ta teoria nie istnieje,
bo jest to coś pewnie sprzecznego,
tak jak niektórzy uważają.
Czy też istnieje, ale żeby ją stworzyć,
trzeba jakoś sierdykalnie złamać,
któreś z przykazań kwantyzacji.
Czyli zmodyfikować takie ortoksyjne pojęcie,
których się używa w fantowie Doripola.
I to byłoby ciekawe, żeby ten problem rozwiązać,
bo być może nas naprowadzi na jakąś zasadę,
która należy złamać,
żeby dotrzeć trochę głębiej do opisu tego procesu.

[Transcript] Nauka To Lubie / Czy potrzebujemy dziś nauki? Rozmowa z prof. Andrzejem Draganem

No więc to w pewien sensie jest z jednej strony chcemy rozwiązać problem, ale z drugiej strony chcemy zrozumieć, ze standardowym schematem.

I być może nas to naprowadzi na jakieś kolejne ciekawe zagadnienia.

No i tu w zasadzie dotknąłeś tego, co chciałem teraz zapytać, bo można by zadać po co to komu.

Co z tego będziemy mieli?

Czasami fizycy, czy w ogóle naukowcy oburzają się na takie pytanie, uważają, że to jest pytanie jak najbardziej sensowne, co z tego będziemy mieli?

No w końcu wydajemy pieniądze na naukę, na przykład, po to, żeby coś z tego mieć, a nie po to, żeby je przepalić.

Ale jest oczywiście kwestia poziomu tej odpowiedzi, bo niektórych zadowala odpowiedź, będziemy wiedzieli i tyle, i w tym jest wartość sama w sobie, inni mówiąc, to jest za mało.

Co z tego będziemy mieli, czyli co z tego wynika, co z tego wybudujemy, kiedy nam się to zwróci.

Ale częściowo odpowiedziałeś, że co prawda to jest jakiś taki powiedzmy problem jeden, ale dzięki niemu mogą się otworzyć drzwi do zrozumienia czegoś znacznie głębiej, czegoś znacznie więcej, czy ja to dobrze?

Ja lubię taką historyjkę z Faradayem przydatzać.

Faraday to był jeden z twórców prądu elektrycznego.

On był jako jeden z pierwszych eksperymentów z prądem elektrycznym, bawił się tą elektrycznością i nie wiedział po to, do komu.

Jak rozszysza się Fama na jego temat, że jest taki synkowała, który robi takie eksperymenty i wszystkich zadziwia, to przyjechał jakiś przedstawiciel rządu jej królskiej mąści i obejrzał, pokręcił nosem i pytał, ale po co do komu?

No i legenda mówi, że Faraday odpowiedział, nie wiem po co, ale za pół roku Pan to opodatkuję.

Tak to jest, że kierowani ciekawością i tylko ciekawością czasem raz na jakiś milion ruskich lat coś odkrywamy, takie jedno na milion odkryć potrafi zrewolucjonizować kompletnie życie wszystkich innych ludzi.

Więc to jest, w ogóle nauka to jest taki projekt wysokiego ryzyka.

Większość odkryć naukowych nie ma dużego znaczenia w praktyce, ale jedno na milion ma kolosalne.

I to jedno na milion statystycznie się opłaca dużo bardziej niż cokolwiek innego, co ludzie w ogóle robią.

Albo niż nie robię nic.

Nie robię nic, nie wiadomo, że tak, ale to jest o wiele bardziej

opłacalne inwestycjach niż jakakolwiek inna inwestycja w cokolwiek.
Gdyby Faraday albo jego spadkobiercy nie oddali swojego odkrycia za darmo,
tylko je spienię żyli, na przykład patentując prąd elektryczny
i pobierając sobie jakiś drobny łamek, na przykład,
na przykład, opłat za każdej megawat energii elektrycznej,
to teraz ci spadkobiercy byliby najbogatszymi ludźmi na świecie
i to bezporównanie z kimkolwiek innym.
Dlatego, że oddając to wszystkim ludziom,
de facto oddają coś, na co nie można w ogóle nałożyć danej ceny.
Jest wiele takich odkryć, które...
większość odkryć fundamentalnych, które były dokonywane,
które cokolwiek zmieniły w naszym rozumieniu rzeczywistości,
skończyły się gigantycznym skokiem cywilizacyjnym dla wszystkich innych ludzi.
Nawet odkrycie teorii dzieńności, która jest...
Einstein się kierował symetriami praw elektromagnetyzmu,
żeby zbadać to zagadnienie,
a skończyło się bombą atomową,
skończyło się systemem GPS, satelitami itd.
CERN miał miejsce dokładnie to samo,
to znaczy człowiek, który chciał rozwiązać jakiś konkretny problem
z przesyłaniem dużych ilości danych,
wymyślił WWW, protoku WWW,
i też kiedyś widziałem jakieś tam zestawienie,
gdyby CERN pobierał jednego eurocenta za każde łączenie ze stroną WWW,
czego teoretycznie mogłoby mieć prawo,
mógł to jakoś opatentować,
to byłby najbogatszą instytucją,
nawet nie tylko naukową,
tylko w ogóle najbogatszą instytucją na świecie.
Jak ty jako fizyk teoretyk, fizyk kwantowy,
patrzysz na takie urządzenie jak CERN,
to co tam widzisz,
czy ty się tak uśmiechasz,
dobrotliwie i mówisz,
wy się tak tutaj staracie,
a mnie nic nie ogranicza,
bo ja mam tylko prawa matematyki,
i mogę, i mam pełną swobodę,
a wy fizyce eksperymentalni,
musicie się napinać,
musicie budować drogie urządzenia,
żeby cokolwiek zmierzyć,
czy czekasz na to, co tam się dzieje,

jak to widzisz?

Fizyka teoretyczna to jest taki termin,

który jest wewnętrznie sprzeczny.

Nie ma czegoś tak jak fizyka teoretyczna.

Ja się zajmuję teorią,

ale to nie jest coś oderwane od rzeczywistości.

Ja sądzę, że to ma jakieś odzwierciedlenie

w świecie, w którym tkwimy,

i taki jest mój cel,

zrozumieć świat,

robię to takimi metodami,

i ludzie, którzy budują CERN,

oni współpracują z teoretykami,

którzy projektują eksperymenty,

szukają jakieś rozwiązań,

które są nieortodoksojne

i próbują znaleźć wylą w naszej wiedzy,

bo jest panuje głębokie przeświadczenie,

że coś to nazywamy modelem standardowym,

co jest podstawą fizyki cząstek elementarnych,

co jest najgłębszym opisem rzeczywistości,

jakie obecnie znamy.

Mimo, że fantastycznie opisuje

wszystkie eksperymenty, które znamy,

nie może być ostateczną teorią rzeczywistości.

Jest w pewnym sensie modelem efektywnym zapewne.

Co więcej, nie tylko opisuje to, co znamy,

ale doskonale przewidziało wiele rzeczy,

któreśmy jeszcze nie znali.

Okazało się, że to tam było.

Na przykład cząstkę Higgsa.

Na przykład cząstkę Higgsa,

aczkolwiek tutaj też jest tak,

że z tą cząstką Higgsa

to było tak, że na dwoje babka wrożyła,

bo tam jakby jej nie odkryło.

W tej formie to by jej poszkodało w innej formie,

więc to jest tak naprawdę precyzyjnie przewiduje.

Jest jakieś ograniczenia,

gdzie ta cząstka powinna istnieć,

jeśli istnieje.

No i gdzieś tam ją znaleziono.

Natomiast jest niemal pewne,

przynajmniej tak twierdzą ludzie,
którzy tym się zajmują,
że to nie jest, to jest tylko opis efektywny,
to jest opis przybliżony.
I wielu rzeczy nie wiemy,
nie wiemy skąd się ten model bierze,
nie wiemy dlaczego masy cząstek są takie,
jak są, na przykład.
To jest pytanie, na które nikt nie potrafi w ogóle odpowiedzieć,
a nic nie nawet za tą odpowiedź zabrać.
I liczymy, że kiedyś się dowiemy,
skąd to się bierze,
a żeby się dowiedzieć,
to musimy znaleźć coś, czego nie rozumiemy.
Coś poza modelem standardowego?
Tak, i są różne rodzaje,
różne próby modyfikowania tego modelu,
żeby szukać jakiś innych alternatywnych schematów,
które w przybliżeniu się redukują do modelu standardowego
i te inne schematy mają swoje przewidywania.
Takich schematów jest bardzo dużo,
więc bardzo dużo możliwych przewidywani,
co by się mogło zmienić i mogło się zepsuć.
I ludzie tylko poszukują,
niestety bezskutecznie, jak dotychczas.
No właśnie, tutaj dochodzimy do tego,
co pojawia się w wielu wypowiedziach fizyków,
szczególnie fizyków cząstek,
którzy mówią, że, znaczy,
ja przynajmniej między zdaniami wyczuwam rodzaj
no właśnie, takiego zbyt długiego oczekiwania,
takiego stwierdzenia, coś tu nie gra,
czy już powinno dojść do jakiegoś przełomu.
My się tak staramy, my się tak koncentrujemy,
tu nie ma, tam nie ma.
Czy ty użyłbyś takiego słowa kryzys fizyki cząstek?
Kryzys fizyki na takich największych podstaw,
czyli budowy materii?
Są problemy, których nie potrafimy rozwiązać
i jest wiele takich miejsc,
które nie wiadomo, jak puknąć, żeby coś pękło,
a wszystkie próby kończą się fiaskiem
i to może oznaczać wiele rzeczy.

[Transcript] Nauka To Lubie / Czy potrzebujemy dziś nauki? Rozmowa z prof. Andrzejem Draganem

Może to oznaczać, że nasza technologia
jest niewystarczająca, żeby gdzieś dalej sięgnąć z urokiem.
Przy czym nie mamy zielonego pojęcia,
jak daleko jeszcze nam dorekuje.
Gdzie sięgać?
I gdzie patrzeć i jak daleko jeszcze potrzebujemy w tą stronę iść.
Więc to czasem jest tak, że,
jak się ma pecha, to się trafia w taki okres suszy
i po odkryciu teorii Newtona,
ludzie przez 100 czy 200 lat,
poza elektromagnetyzmem,
niewiele nowego zobaczyli w świecie.
Po prostu wszystko się zgadzało, wszystko było okej,
bo nie było technologii, żeby zajrzeć trochę głębiej.
Do tego stopnia byli ludzie przekonani,
że wszystko jest okej, że już takim się znudziło szukanie,
że uznali, że już wszystko wiemy.
I pod koniec XIX wieku panowało niemal powszechne przeświadczenie,
że już wszystko wiemy i nic nowego nie odkryjemy.
I to mówili ludzie tuż przed, na pięć sekund,
przed odkryciami jakimś kompletnie wywracającymi wszystko do górnogami.
Tak było zgodności, tak było z teorią kwantową,
które były gigantycznymi rewolucjami
i okazało się, że...
Nie dość, że nie jest tak, że wszystko już wiemy,
tylko że chwiliśmy w kompletnym
błędzie co do wielu spraw
i wiele przekonań,
które były nazwane fundamentalnymi prawami fizyki,
to były tylko przesady.
Otworzyliśmy drzwi i się okazało,
że tam jest dużo więcej niż korytarz,
w którym byśmy stali.
I znowu było tak, że zaczęło się od jakiegoś drobnego pęknięcia
na tym całym gmachu nauki,
a skończyło się rewolucją, która załocowała
komputerami, bombu atomową i tak dalej.
Będzie niedługo komputer kwantowy...
...sztuczną inteligencją.
Chociażby, więc...
Nawet czasem drobne pęknięcie już wiemy,
może oznaczać nadchodzącą rewolucję.
A za taką rewolucją zawsze,

každorozowo czali się coś, o co pytałeś,
czyli korzyść dla wszystkich innych.
Nie można tylko przewidzieć w pełni,
nie można tego...
zaplanować, nie możemy wstać grantu,
że teraz będę szukał teorii względności,
nie da się tylko w ten sposób przewidzieć,
które odkrycie zostaną dokonane, które nie, i kiedy.
Do pewnego stopnia jest to błędzenie losowe.
Natomiast nie ulega wątpliwości,
że nawet jeśli spojrzysz na ten niewielki promień
udanych pomysłów, który jest naprawdę kroplą
w całym tym morzu poszukiwań,
to ta jedna kropla ma dla całej ludzkości
dużą większą wartość, niż nie tylko pieniądze,
które to zostały zainwestowane,
ale cokolwiek innego, co robią ludzie.
Nie ma takiej innej dziedziny na świecie,
która wydawała ludzkości tyle, co nauka.
I to zresztą bez specjalnych starań,
bo celem nauki nie jest uszczuplanie ludzi,
tylko zrozumienie rzeczywistości,
a to przy okazji to się okazuje
tak bardzo korzystne na wszystkich innych.
Jak sobie wyobrażasz system edukacji,
czy nasz, czy w ogóle świata zachodniego,
czy twoim zdaniem on jest optymalny do tego,
żeby, nie wiem, zmagać,
rozwijać w młodym człowieku
tego typu umiejętności,
właśnie takiego kreatywnego działania,
jakiego poszukiwania,
jakiego myślenia, auto w the box,
jak to się mówi,
czy twoim zdaniem to w ogóle do siebie nie przystaje?
To znaczy wydaje mi się,
że problem jest nierozwiązywalny w tym sensie,
że dla dobrego nauczyciela
zły program albo zły podręcznik
to nie jest koszka.
Dobrym nauczycielem jest stanie
nie robić sobie nic z tego,
że podręcznik, czy program chce tego,

czy tamtego, mimo wszystko wychować ludzi
pewnych pasji,
pewnych kreatywności
i nauczyć coś tegoż wyjątkowego.
Natomiast takich ludzi jest niewiele.
I problem nie jest zły program,
moim zdaniem przede wszystkim,
ani nie jest zły podręcznik,
tylko to, że ludzie,
którzy uczą dzieci przez wiele, wiele lat,
tracą pasję, tracą zaangażowanie,
może nawet go, którzy nigdy nie mieli,
nie mają motywacji, żeby to robić,
bo są opłacani słabo.
To jest moim zdaniem problemem osobowym przede wszystkim,
a nie problem programu takiego takiego,
więc to jest chyba trudność.
Jeśli chodzi o fizykę,
ktoś to naprawdę się nią pasjonuje,
najczęściej chce prowadzić badania naukowe.
I bardzo niewiele ludzi ma taką ambicję,
żeby tą pasję przelewać na innych.
Każdy myśli o sobie i chce sam czegoś się dowiedzieć,
a mało kto ma tyle zaangażowania,
żeby na tym korzystali inni anioła.
To jest bardzo trudne.
To jest niezwykle trudna działalność.
Mój doktorant miała taką pasję,
chciał zawsze być nauczycielem fizyki,
zrobił doktorat, poszedł uczyć do dobrego liceum fizyki,
ale takich ludzi jest bardzo mało.
No i na tym moim zdaniem polega problem
i nie wiem, jak to zmienić,
bo to nie jest też kwestia do końca,
którą można rozwiązać jedną decyzją.
Trzeba się z tym pogodzić po prostu,
że szkoła jest wyposażona w nauczycieli,
którzy rzadko mają taki żar uczenia i potrzebę uczenia.
I to też się w pewnym sensie replikuje,
to znaczy w momencie,
jeżeli nauczyciel nie ma tego żarów oczach,
o którym ty mówisz,
jest niewielkie prawdopodobieństwo,

że jego uczniowie przecież w ciągu kilkudziesięciu lat nauczania
pewnie przejdzie, jakby przez jego lekcję
kilkanaście tysięcy, kilka tysięcy,
kilkanaście tysięcy uczniów,
trudno, żeby oni mieli ten żar.
Ok, dobra, ale to jest temat...

To jest problem, trudno,
żeby w ogóle nienawidzieli fizyki
po skończeniu tej szkoły.

Zwykle nienawidzą.

Wracając do cernów, wracając do cząstek,
jak ty myślisz o cząstkach elementarnych,
ty je widzisz tak wyobrażnią
jako jakieś fale prawdopodobieństwa,
jakieś wzory,
czy ty je widzisz raczej
jako takie malutkie kruszynki,
jak ty sobie to wyobrażasz,
ten świat na poziomie takim totalnie podstawowym?

No mamy kwantową teorię pola,
która jest bardzo precyzyjną teorią,
która jest wzorem równań opisujących
to, jakie są prawa na tym fundamentalnym poziomie
i jest to teoria o tyle niezwykła,
że nie ma ani jednego eksperymentu,
który by jej przeczył.

Więc mamy proste różnienia,
które można zmieścić na t-shirtcie
i interpretacja ich to jest
trochę kwestia indywidualna.

Takim spojrzeniem,
które ja bardzo lubię,
to jest takie spojrzenie fajmenowskie,
w którym kwantowość polega na tym,
że naraz dzieje się wiele leczy.
Że w pewnym sensie nie jest tak,
że mamy jakąś historię,
która się dzieje od A do Z
i mogę prześledzić idąc jakąś jedną drogę,
tylko wszystko dzieje się na wiele sposobów.
Nawet jedna cząstka,
która leci z punktu A do punktu B w pustej przestrzeni,
ona nie leci po prostu sobie po odcinku,

tylko leci wieloma drogami naraz.
Te drogi kwantowo jakoś
ze sobą się na siebie nakładają
i oddzielowując ze sobą,
ktoś mówi mądrze, interferują.
A oprócz tego, na każdej z tych dróg
może się wydarzyć jakaś przygoda,
ta cząstka, która się może rozpaść,
potem się znowu złożyć z powrotem,
może się spotkać jakąś inną cząstkę,
i tego typu procesy dzieją się
i uwzględnienie ich wszystkich,
a jest ich nieskończenie wiele,
dopiero daje nam pełny obraz tego,
co się dzieje z cząstką, która leci z A do B.
Okej, a ty mówisz cząstka
i dla większości z nas cząstka to jest taka,
wiesz, taki ziaremkomaku, coś bardzo, bardzo małego,
ale jednak to jest kropka,
to jest po prostu jakaś tam porcyjka materii,
a materia to jest coś, co można dotknąć,
zmierzyć, zobaczyć,
jak masz odpowiednie urządzenie,
ale może dla ciebie cząstka,
to jest jakaś fala, to jest coś niematerialnego,
to jest coś takiego ulotnego.
Ty mówisz, że wzór, że mamy to na wzorach,
ale wiesz, to jest abstrakcja,
bo my jednak uczymy się
i ten świat, który nas otacza,
nie jest światem wzorów,
tylko jest światem obiektów.
Abstrakcją są te rzeczy,
które powiedziałeś o masie,
bo mówimy, że to jest coś śmierźalnego,
ale nie wiemy, co to jest masę.
To jest najciekawsze, że rzeczy,
które wydaje nam się, że rozumiemy,
to jest bardziej tajemnicze,
nikt nie wie, co to jest masa.
Wiemy, że to jest jakaś forma energii,
ale nikt nie wie, co to jest energia,
to jest swoją drogą.

Tych podstawowych pojęć nie rozumiemy,
wiemy, że one są,
jak zapraszam, co to jest elektron,
to mogę powiedzieć, o to jest elektron,
to jest elektron pokazać palcem.
A co to jest ten elektron,
to nie wiem, ja wiem go opisać,
jak ma właściwości,
wiemy, jak wezmę dwa elektrony
masa.

Tak, tych rzeczy w ogóle nie wiemy,
nie rozumiemy tego kompletnie
i pewnie się prędko
nie dowiemy, co to jest.

Najbardziej proste, elementarne pojęcia
są najtrudniejsze do zrozumienia,
więc cała nauka jest zbudowana
na jakichś fundamentach,
które zakładają, że jest coś jak elektron,
ma jakąś masę, ma jakiś rozmiar,
akurat elektron jest punktowy
i dalej

badamy konsekwencje
takiej wizji, natomiast...

A jakby się już nawet nad tym hasłem
zastanowić, elektron ma jakąś masę,
ale jest punktowy, to znaczy
to to już dla większości znany, jakby się tak głębiej zastanowić,
to jest to sprzeczność
sama w sobie,

bo jak ktoś ma masę, to znaczy,
że musi mieć jakiś rozmiar, bo ta masa
musi się mieścić w jakiejś objętości,
może bardzo małej, ale jednak
jakieś, to jak jest punkt.

A sprzeczność to nie jest sprzeczność
logiczna, tylko to jest sprzeczność
z oczekiwaniami.

Te twoje oczekiwania są po prostu niedobre
i tak to jest, że jak tam się coś wydaje,
to najczęściej się mylimy i dlatego ludzie
starali się za wszelką cenę pozbyć
swoich oczekiwań, badać

to, co jest w miarę obiektywne
i w ten sposób nauka zrobiła
jakikolwiek postęp, żeśmy nie korzystali
z naszych wyobrażeń, przesądów, tak dalej,
tylko staraliśmy się badać wszystko, co uważamy,
jak coś jest bez... nie zgadać się
z eksperymentem, to nie mówmy, że to jest sprzeczne,
tylko po prostu walamy do... i nasze wyobrażenia
i idziemy dalej. Z masą elektroną,
na przykład może być tak, że jej w ogóle nie ma.
Była taka hipoteza,
Feynman o tym pisał też w swoich podręcznikach
zresztą, że
że masy w ogóle być może nie być.
Okazuje się, że jak pan cząstki,
który ma ładunek elektryczny,
to ten ładunek elektryczny wytwarza wokół siebie
energię elektryczną, a energię,
jaką chcę przesunąć z miejsca na miejsce,
ma pewną bezwładność. Jak muszę taką energię
popchnąć, to muszę wolić jakąś, wykonać jakąś pracę.
I to
efektywnie zachowuje się tak, jak gdyby
elektron miał pewną dodatkową masę.
Bo był trochę cięższy przez to, że ma ładunek
i trudno jego poprychać, bo jest więcej energii wokół niego.
Więc pojawiła się hipoteza, że
część masy elektronu, to jest
ta masa elektronu,
wynikająca z tego, że ma ładunek.
Ta bezwładność.
Ta bezwładność, tak to nazwijmy.
I być może mogłoby być nawet tak,
że nie ma żadnej innej masy, niż tylko ta.
I ludzie tę hipotezę badali,
na poważnie.
Zaczął się od Lorenca, Pongarego,
potem to Feynman badał z Milerem.
Wydaje się, że tego kompletnie nie rozumiemy,
bo okazuje się, że
nawet gdyby
cała masa elektronu była
tą masą elektromagnetyczną,

to można by oszacować mniej więcej
jakiego wielkości
kulka musiałby być elektron,
żeby tą masę wygenerować.
Bo okazuje się, że i mniejsza kulka o danym ładunku,
tym więcej energii, bo ta energia
sięga coraz głębiej, coraz głębiej do tego środka
i im bliżej w środku, tym więcej tej energii,
gdyby elektron był punktowy, to
jego elektromagnetyczna masa musiała być nieskończona.
A wiadomo, że elektron
nie jest nieskończone ciężki, tylko ma
bardzo leki, ma konkretną bardzo masę.
I oszacowano, jaka musiała być
jego rozmiary,
żeby cała jego masa była tą masą
elektromagnetyczną, okazało się, że musiał być
dużo większy niż wiemy, że jest.
Musiał być mniej więcej rozmiarów całego atomu,
a...
Czyli już się nie skleja.
Więc wychodzi na to, że tam w środku musi być
jakaś ujemna masa,
żeby skompensować ten efekt.
Albo jak wziąłem pod uwagę kwantowe efekty,
to jakoś to się skompensuje. Okazuje się, że
nie mamy zielonego pojęcia, jak to jest. Wszystkie teorie
się załamują kompletnie.
I nie wiemy, co to jest elektron.
Czyli w tym momencie wchodzi jakaś, nie wiem,
powiedzmy, brzydka okama, która mówi, że
jeżeli masz kilka różnych wytłumaczeń,
to najpewniej, najbliżej
prawdy jest to najprostsze.
Ale nie mam żadnego. Nie istnieje jakakolwiek
konsystentna teoria, jak zbudowany jest elektron.
Jak zbyt punktowy, to pojawiają się pewne nieskończoności
w jego masie.
Jak ma skończone rozmiary, to możemy sprawdzić
jak i okazuje się, że na pewno jest mniejszy.
Więc nie istnieje dobra trole elektronu.
W teorii, w kwantowej elektronlance
są takie problemy, że jak się pojawia

nieskończoność, to ludzie mówią, ok,
to odejmimy tą nieskończoność od naszych równań
ręcznie i idźmy dalej, zobaczymy co wyjdzie.
I taka procedura nazywa się
renormalizacją, się ją stosuje cały czas
w kwantowej teorii pola.
To są takie nieskończoności, które się pojawiają, nie wiemy
skąd, ale się tym nie przejmujemy, wywalamy je
ręcznie i idziemy dalej.
I ta procedura, bardzo brzydka, polegająca
na to, że mamy teorek, która nie działa, wywalamy
nieskończoności, zaczyna działać, daje dobre wyniki.
Ale
nikt przy zdrowych zmysłach nie twierdzi, że my
rozumiemy o co tu chodzi.
Mamy pewną procedurę obliczania pewnego wyniku
eksperymentu, on się zgadza
z teorią do 15 miejsc po przecinku,
więc jest to fantastyczna
zgodność, ale żeby tą
teorię dostać, to musimy...
Musimy się połamać, sięgać ręką dookoła
do niej tej kieszeni, co trzeba, robić jakieś
wigi basy intelektualne, wywalać nieskończoności,
wkładać je z powrotem, co nie trzyma się
kupy, to jest... matematycy się pukają
w głowę, że to w ogóle ta teoria nie ma sensu.
A jednak działa, jakoś.
I to, że ona działa, znaczy, że
w jakiś sposób ma coś wspólnego z prawdą,
ale nie do końca, mamy tylko pewien
częściowy wgląd i my nie rozumiemy dobrze
kwantowej teorii pola. I tak zbudowany jest model
standardowy, tak mniej więcej on działa
i nic dziwnego, że ludzie są głęboko
przekonani, że to się nie... nie może być
ostatnia teoria fundamentalna, tylko to jest
jakiś tymtacowy opis, który w przybliżeniu
nam coś mówi o rzeczywistości. I dramat jest taki,
że... że niestety te eksperymenty,
które wykonujemy, zgadzają się z tym
koślawym modelem standardowym, abyśmy bardzo
chcieliby się nie zgadzały. I po to jest ten cern,

po to chcemy go tam siedzieć i szukać
dziury w całym, żeby wreszcie
zrobić kolejne pęknięcie
w tym gmachu i które
być może doprowadzić do tego, że się
wreszcie zawali i będzie można coś nowego zbudować.
No właśnie, to jest ta zasadnicza różnica,
która chyba
występuje pomiędzy teoretykami
a fizykami eksperymentalnymi
odkąd... gdy pracowałem naukowo, to pamiętam
wszystkie te seminary, gdzie
teorety tylko liczyli na to,
że coś się zawali i może z tych gruzów
się uda coś poskładać od nowa,
a eksperymentalni
liczyli na to, że jednak nikt się nie zawali,
że uda się coś raczej uzupełnić, niż
wszystko wywalić w powietrze.
Wszystkim zależy na tym, żeby się zawaliło,
bo pierwszy eksperymentator, który zrobili eksperyment,
który pokaże wyłom
w teorii, dostaje nagle dyną blondą
od razu. Więc to jest wyściek
kto pierwszy, wskaże błąd.
Tak to trochę wygląda
i dlatego nauka
opiera się na wątpieniu
i szukanie dziury w całym, w przeciwieństwie do
innych działalności, gdzie chcemy sobie potwierdzać nasze
wyobrażenia o świecie, szukamy jakiegoś potwierdzenia
racjonalnie, żyjemy jakiegoś absurdu,
w których tkwimy, a w nauce jest ukoń odwrótnie.
W nauce chcemy, żeby coś się nie zgadzało
i nic nie jest ostateczną prawdą.
Wszystko może być podważone.
To nie jest to, co nie oznacza
tak, że trzeba we wszystko wątpić, bo drama
jest taki, że
jak się posiada inteligencja, to trzeba
to ona wymaga, żeby w coś wątpić, ale
żeby we wszystko wątpić, to nie potrzeba
być specjalnie rozgarniętym.

Gdzie mamy największe braki? Znaczący, czego chciałbyś się dowiedzieć nie tak tu, wiesz, przy twoim biurku, z twoimi podręcznikami tylko tak ogólnie, tak całość ciała? No więc chyba wszyscy fizycy się zgadzają, że takie głębokie niezrozumienie, które mamy dotyczy pewnych zjawisk kwantowych na bardzo fundamentalnym poziomie i pierwsze pytanie, na które nikt nie zna odpowiedzi jest takie, czy teoria kwantowa opisuje tylko mikroświat, który opisuje go fantastycznie, z niezwykle dokładnością, czy też opisuje nas samych w skalach makro, czy też jest tak, że elektron, który zachowuje się jakby się poruszał wieloma drogami, to tylko elektron tak robi, czy też obiekt tak, jak my również, czy my możemy być w wielu miejscach naraz. I nie wiemy, jak jest. Wszystkie eksperymenty, które wykonywaliśmy do tych czas pokazują, że w dużych skalach teoria kwantowa działa nadal świetnie. To znaczy opisuje eksperymenty, w których wykonuje się teleportacja na ponad 100 kilometrów. Tego roczno bliska Anton Zeilinger, takie eksperymenty robił, robił teleportację kwantową między dwiema wyspami kanaryjskimi. I wszystko działało tak, jak opisuje teoria kwantowa, więc odległości nie są ograniczeniem. Robi się eksperymenty, w których bada się kwantowe duże obiekty. Tak duże, jak jesteśmy w stanie skonstruować to. Nawet liczących dziesiątki milionów atomów. I takie obiekty już widać gołym okiem. A one zachowują się w sposób kwantowy. Jakiś czas temu mój kolega utatniaczył w eksperymencie, w którym nie z porzaki, czyli takie mikroby rzekomo wprowadzono w stan superpozycji kwantowej.

Więc to nie jeszcze
wirusz Schrodinger, a czy kot Schrodinger,
ale już taki jakiś mikrop.
Więc
nie wiadomo gdzie to sięga. I jest
jeden taki próg,
który nie jesteśmy pewni, czy jest osiągniany
przez teoria kwantowa, czy nie. Bo jest jeszcze
jedno miejsce, w którym ona może przestać działać
i tego jeszcze nie sprawdziliśmy. I to jest
taki próg, w którym
w efektach kwantowych zaczyna
odgrywać dużą rolę grawitacja.
Jak wezmę sobie elektron i go umieszczę w dwóch miejscach
naraz, czyli mądrze mówiąc
wsadzę taką superpozycję kwantową,
to on wokół siebie wytrwała pola
grawitacyjna, bo ma jakąś masę.
I jest tego pola trochę tutaj, trochę tutaj.
Tylko że rozmycie tego elektronu
jest niewielkie, te pola grawitacyjne są bardzo
słabe i jakikolwiek obiekt, który będzie
w pobliżu, nie wyczuje tej...
Na przykład urządzenie pomiarowe.
Na przykład urządzenie pomiarowe jest zbyt słabe, żeby wyczuć
to rozmycie kwantowe
pól grawitacyjnych. I nie wiemy,
czy nie jest przypadkiem tak,
że w momencie, kiedy ta superpozycja
kwantowa jest na tyle duża, że
urządzenia zewnętrzne wyczuwały,
że pole grawitacyjne jest jednocześnie w takim stanie,
w takim stanie, czy to nie jest taki próg,
w którym teoria przestaje działać.
Być może tak jest. I np.
że Penrose jest przekonany, że tak jest,
że teoria kwantowa
się załamie w momencie, kiedy
superpozycje kwantowe będą
splontane z polami grawitacyjnymi.
Czyli by było albo
jesteśmy tu, albo tu.
Połączenie tych dwóch

światów tego grawitacyjnego, powiedzmy z tym kwantowym,
no właśnie

tam jest dziura, tam jest przepaść,
tam jest rej. Nie wiemy. Nie mamy pojęcia.
Penrose podejrzewa, że teorek kwantowa
się załamuje w momencie, jak superpozycja
jest na tyle silna, że jak pole grawitacyjne
wytwarzane przez ten superponowany obiekt
już są mierzalne.

I to jest taki ciekawy wyjście,
żeby zrobić eksperyment, który to sprawdzi.
I póki to tego eksperymentu jeszcze nie było,
jest są plany, żeby to zrobić.

I moi znajomi projektują takie eksperymenty,
projektując
to w ten sposób, żeby wziąć jakieś ciało,
ma możliwie dużą masę
i bardzo je rozsunąć
na dwa miejsca na raz.

I drugie takie ciało postawić obok.
I pytanie jest typu przez oddziaływanie grawitacyjne
tych dwóch ciał. Jesteśmy w stanie zobaczyć
tą nieklasycyzm tego dziwnego pole grawitacyjnego.
Przepraszam.

I ten eksperyment jest planowany,
być może w skali naszego życia uda się go wykonać.
I to będzie test.

Czy grawitacja w ogóle dopuszcza
zjawiska kwantowe? Czy w momencie, jak ona się koncentruje
z nimi, to te zjawiska się rozwalają,
teoria się załamuje. I wtedy
to będzie jakaś, jakaś oznaka.

Trzeba czekać czegoś,
trzeba modyfikować teorie kwantową.
Z kolei jeśli się okaże,
że nie trzeba je modyfikować i nadal
te prawa kwantowe obowiązują, to trzeba zmodyfikować
grawitację. Bo to ona wtedy w takim
razie jest opisana w jakiś dziwny sposób,
bo nie mamy opisu kwantowego grawitacji.
Więc to jest bardzo obiecujący
kierunek, którym warto pójść
moim zdaniem, który nas

[Transcript] Nauka To Lubie / Czy potrzebujemy dziś nauki? Rozmowa z prof. Andrzejem Draganem

z całą pewnością czegoś głębokiego o świecie nauczy. Natomiast jaki będzie wynik nie wiadomo, czy to się uda zrobić w ciągu 30 lat, nie wiemy.

To nie są eksperymenty, które mają takie finansowanie, jak macern na przykład, ale gdybym miał kierować moją ciekawością, to w pierwszej kolejności chciałbym się dowiedzieć, jakie były wyniki tych eksperymentów.

Bo tutaj wiem, że każda odpowiedź będzie ciekawa. I jeśli się okaże, że teoria kwantowa się załamuje, świetnie. Jest to świetna wiadomość, musimy budować coś nowego.

Jeśli się okaże, że się nie załamuje, to znaczy trzeba modyfikować grawitację. To jeszcze lepiej.

Więc każda odpowiedź będzie dobra i będzie pouczająca głęboko.

Bardzo, bardzo ci dziękuję.

Andrzej Dragan, profesor Uniwersytetu Warszawskiego

Uniwersytetu Singapurskiego

Wolnego Uniwersytetu Singapurze

fizy kwantowy, fizyk teoretyk

Nauka to Lubie.

Bardzo dziękuję i zapraszam do oglądania.

Dzień dobry.