

Maciej Kolwas
Prezes Polskiego Towarzystwa Fizycznego, Instytut Fizyki PAN Warszawa.

1905 – rok Einsteina

Szanowni Państwo,

Spróbujmy na chwilę oderwać myśli od Wzgórza Uniwersyteckiego, Opola i roku 2005.

Przenieśmy się 100 lat wstecz, do roku 1905. Jednego z lat dzieciństwa naszych dziadków.

Rok 1905. Rok rewolucji ludowej w Rosji. Rok wprowadzenia w Berlinie pierwszych omnibusów, napędzanych silnikami spalinowymi, niezależnych od trakcji elektrycznej i szyn. Był to rok wprowadzenia pierwszej lokomotywy o opływowych kształtach, ale przede wszystkim z perspektywy 100 lat widzimy, że był to rok Einsteina, rok zainicjowania podstaw nowoczesnej fizyki a więc i nowego sposobu widzenia świata.

Albert Einstein w roku 1905 miał 26 lat i pracował jako urzędnik w urzędzie patentowym w Bernie, w spokojnej Szwajcarii. Pracę miał dość nudną a stały, dość dobry dochód pozwalał na spokojne życie. Swobodnie mógł więc zagłębić się w myśli nad zrozumieniem świata poprzez analizę podstaw materii. Wynikiem rozmyślań była seria prac naukowych po części opartych na analizie faktów doświadczalnych opisanych w literaturze.

- Pierwsza z nich – praca z 17 marca 2005 roku dotyczyła światła i jego własności energetycznych. Za tą pracę w 1921 roku otrzymał nagrodę Nobla.
- Sześć tygodni później Einstein wysłał pracę która była jego doktoratem. Była ona poświęcona nowemu wyznaczeniu wymiarów cząsteczek
- Trzecia praca z 11 maja dotyczyła tak zwanych ruchów Browna.
- Następna praca o tytule “Elektrodynamice ciał w ruchu dała podstawę teorii względności
- Następna podawała słynną formułę $E=mc^2$.

Właśnie te pięć prac stały się podstawą nowej fizyki.

Wróćmy jednak do roku 1905.

W 1905 roku uważano powszechnie, że oprócz kilku drobiazgów fizyka i fizycy rozumieją świat. Tryumf odnosiła mechanicystyczna wizja świata. Mechanika teoretyczna opisywała doskonale wszystkie maszyny. Na podstawie równań wywodzących się z zasad dynamiki Newtona opisać można było każdy poruszający się mechanizm. Pan Bóg jawił się więc jako pierwsza przyczyna - zegarmistrz, który nakręca mechanizm świata. Dalej, podobnie jak zegar, świat porusza się zgodnie z prawami mechaniki. Doskonałość i kompletność teorii potwierdzała praktyka - wiek XIX był wiekiem urządzeń mechanicznych napędzanych parą ale również wiekiem elektryczności.

Wiek XIX zakończył się opanowaniem elektryczności - tak teoretycznym jak i praktycznym. Konstruowano coraz lepsze silniki i urządzenia elektryczne. Opis elektryczności i związanych z nią zjawisk elektromagnetycznych został uwieńczony powstaniem sławnych równań Maxwella. Równań jednoczących prąd elektryczny z falami elektromagnetycznymi. Równań ostatecznie łączących pola elektryczne i magnetyczne. Równań umożliwiającymi zrozumienie zarówno fal radiowych jak i światła - jako fali elektromagnetycznej. Zrozumienie faktu, że oddziaływanie elektromagnetyczne rozchodzi się z prędkością fal elektromagnetycznych, z prędkością światła.

O czym więc rozmyślał doprowadzając się prawie do obłądu młody urzędnik spacerujący po spokojnych uliczkach Berna?

Rozmyślał o lusterku i swoim w nim odbiciu. Ten zasadniczy problem dręczący od zawsze co najmniej połowę ludzkości przez Einsteina widziany był w sposób trochę dziwny. Zanim powiem o tym zmienię pozornie temat. Znana jest anegdota o naukowcach odbywających wyprawę balonem. Otóż naukowcy ci wpadli w gęstą mgłę tracąc rozeznanie, dokąd lecą. Wyłoniwszy się z mgły poprosili pierwszego napotkanego człowieka, by określił ich położenie. Po chwili zastanowienia odpowiedział on:

“Znajdujecie się Panowie 50 stóp nad ziemią, w balonie, a jest godzina 14:3”.

W odpowiedzi usłyszał:

Szanowny Pan zapewne jest naukowcem, udziela Pan powiem odpowiedzi bardzo precyzyjnej aczkolwiek całkowicie bezużytecznej”

Dlaczego odpowiedź ta była całkowicie bezużyteczna? Była bezużyteczna, ponieważ określony w odpowiedzi układ współrzędnych – położenie balonu i godzina – był zbyt bliski.

Proszę państwa - zasadniczą sprawą jest dobry wybór układu odniesienia. Wybór zły, wybór zbyt lokalnego układu odniesienia może prowadzić do daleko idących konsekwencji a nawet kłopotów.

Prze wieki wydawało się, że podstawowy układ odniesienia, dostatecznie odległy powinien być związany z Ziemią i Słońcem. Aby opisać ruch gwiazd widoczny przez każdego obserwatora Ptolemeusz żyjący około 100 lat pnCh jako centrum kosmosu przyjął Ziemię opisując ją jako nieruchome centrum wszechświata. Nie był to dobry układ współrzędnych.

Dlaczego? Bo był zbyt bliski, a opis ruchu planet otrzymywany w tym układzie był na tyle złożony, że trudno było znaleźć w nim jakieś prawa ogólne, w szczególności Prawo Powszechnego Ciężenia.

A jakie cechy powinien spełniać układ odniesienia by był lepszy? Co znaczy lepszy?

Pierwszą odpowiedź udzielił Kopernik – lepszy jest związany ze Słońcem, bo w prostszy sposób można opisać ruch planet.

Drugą odpowiedź udzielił dziewiętnaście wieków po Ptolomeuszu genialny Izaak Newton formując I prawo dynamiki:

Istnieją układy odniesienia, w których na spoczywające ciało nie działają żadne siły.

Samochód na zakręcie nie jest dobrym układem odniesienia, bo na spoczywające w nim nasze ciało działają siły odśrodkowe, których by nie było gdybyśmy stali bez ruchu na tymże zakręcie.

W końcu XIX wieku powstaje znowu problem układu odniesienia, problem również związany z ośrodkiem w którym powstają i rozchodzą się fale elektromagnetyczne. Idealnym układem odniesienia mógłby być eter – ośrodek wypełniający próżnię, w którym rozchodzą się fale elektromagnetyczne - podobnie jak fale morskie na powierzchni wód morskich.

Właśnie o tym myślał Albert Einstein: jeżeli w jednym układzie odniesienia przeglądamy się w lusterku, czyli światło po odbiciu się od twarzy biegnie z szybkością światła do lusterka, odbija się i wraca do oczu, to co będzie jeśli taki samo doświadczenie przeprowadzimy w rakiecie lecącej z szybkością światła? Rakietę stale dogania światło odbite od twarzy. Czy wobec tego obraz twarzy zniknie?

Odpowiedź była prosta, choć by sobie zdać sprawę z jej konsekwencji potrzebny był geniusz Alberta Einsteina. Otóż tak samo w rakiecie, jak i w układzie spoczywającym widzieć będziemy swoje odbicie. A więc prędkość światła jest jednakowa we wszystkich układach inercjalnych niezależnie od wzajemnego ruchu obserwatora i źródła. Einstein dodatkowo założył, że prędkość światła jest zawsze taka sama – jeśli źródło światła się porusza, to emitowane światło porusza się z prędkością taką samą względem wszystkich obserwatorów. Tak spoczywających jak i poruszających się. Żadna prędkość do prędkości światła nie może być dodana.

Dodatkowe założenia: przestrzeń jest izotropowa i jednorodna.

Wynika z tego względność ruchu, dylatacja czasu, względność jednoczesności i na koniec znany wzór $E=mc^2$, energia jądrowa i termojądrowe. Rozchodzenie się oddziaływań ze skończoną prędkością. Rozchodzenie się prawdopodobnie i informacji ze skończoną prędkością. Również stwierdzenie, że prawa fizyki są identyczne w układach będących względem siebie w ruchu jednostajnym i prostoliniowym. No bo wszystkie układy inercjalne są sobie równoważne.

Nie ma wyróżnionych (inercjalnych) układów odniesienia!!!

To była rewolucja na miarę kopernikańskiej! Jak to, nie ma wyróżnionego układu współrzędnych? Ani z Ziemią ani ze Słońcem ze środkiem naszej Galaktyki, czy też miejscem Wielkiego Wybuchu?

No dobrze, ale wobec tego, czym jest to światło, rozchodzące się w niczym, bo nie może być wyróżnionego ośrodka – eteru? Czym są oddziaływania na odległość – elektromagnetyczne i grawitacyjne czyli siły ciężkości? Przecież wiemy, że światło jest falą elektromagnetyczną. Choć dla zrozumienia świecenia rozgrzanych przedmiotów Max Planck w 1900 roku wprowadził pojęcie kwantu, porcji energii, przecież wydawało się to konstrukcją czysto teoretyczną.

Ekwiwalencją broń Boże nie reprezentacją.

Jak rozchodzi się światło w pustej, jak powiedzieliśmy, próżni? W jaki sposób oddziałuje światło z elektronami w płycie metalowej? Wprawia je w ruch oscylacyjny i po dostatecznym rozpędzeniu wyrывa z metalu? Czy może, jak sądzono, wyzwala, uwalnia je z metalu?

Einstein widział to bardzo prosto – światło rozchodzi się w próżni bo światło to cząstki wyrzucane przez świecący przedmiot. Cząstki te, kwanty światła padając na powierzchnię metalu wybijają elektrony zgodnie z prawami zachowania energii i pędu. Jak kule karabinowe wybijające kawałki tarczy.

Obraz ten w pełni pozwolił zrozumieć zjawiskom fotoelektryczne i był zapowiedzią powstałej później mechaniki kwantowej.

W cudownym roku 1905 Einstein napisał jeszcze pracę doktorską, w której policzył wielość cząsteczek tworzących materię. Napisał również pracę wyjaśniającą ruchy Browna. Pracę, która wytyczyła rozwój termodynamiki statycznej, teorii procesów nieodwracalnych, podobnie jak nasze życie.

Potem jeszcze powstała ogólna teoria względności (1917), teoria pokazująca równoważność masy i zakrzywienia przestrzeni, rozwinięte zostały metody statystyczne łącznie z tzw. kondensacją Bosego Einsteina, wyjaśnione zostało zjawisko Einsteina de Haasa itd.

Einstein całe życie poszukiwał podstawowych praw natury, jej symetrii, wierząc że istnieją. Wierzył bowiem że "Pan Bóg jest wyrafinowany, ale nie jest złośliwy".

Stąd wynika złożoność praw natury ale również ich wewnętrzna spójność i harmonia.