# Transkrypcja wykładu:

stwierdzi wokół siebie cząstki, kwantowe cząstki, wszystkich możliwych rodzajów. I te cząstki będą tak samo prawdziwe, jak te cząstki, z których jesteśmy zbudowani. Nie będą się w zasadzie niczym różnić, by miały takie same właściwości, jak wszystkie cząstki, które znamy. Co to w ogóle znaczy? Ten efekt wydaje się, że nie tylko właściwości tych dziwnych obiektów, jakimi są fotone i wszystkie inne cząstki, które znamy, zależą od wyboru obserwatora, ale nawet liczba, czyli istnienie albo nie istnień takiej cząstki, jest kwestią względną. Mogę by się wydawać, że cząstki kwantowe są strasznie dziwne, bo są, mają szereg bardzo nieintuicjennych właściwości. Nie będę o tym mówił szczegółowo, ale tylko przypomnę, że pojedyncza cząstka kwantowa zachowuje się trochę, tak jak gdyby była w wielu miejscach jednocześnie, tak jak gdyby była trochę rozmytaw przestrzeni i będziemy chcieli wykonywać po miaru, ale też wynik takiego po miaru będzie kompletnie przewidywalny. Jak zmierzymy stan pojedyncze cząstki, to wynik nie daje się przewidzieć przez kwantową teorię, i co więcej kfantowania to ja mówi, że nikt tego wyniku nie determinuje, że tak naprawdę nic nie określa, jak i będzie wynik jednego po miaru, że rzeczy wistaj po prostu na fundamentalnym kwantowym pośmieniem przewidywalna i to nie jest tylko brak naszej wiedzy, tak jak przyzucie monetą, kiedy razy pada ożę wraz z reszka, albo jest to fundamentalny brak zakodowane informacji o wyniku przyszłego po miaru. Okazuje się, że te dziwne obiekty, nie dość że są dziwne, to ich istnienie jest kwestią względą. No i teraz pytanie jest w ogóle, co są jakieśkolwiek zjawiska, które nie są z dlenę, które istnieją w sensie absolutnym, wydaje się, że są, jest trochę takich zjawisk, ale jakby domyna działania toli w glenności, gdy raczej zaczynam zaledwie od obrót obserwatora, się gwałtownie poszerza. I klucowym zjawiskem, który to jest istotne, żeby te fanowe pracowacie, zwłasznie przyspieszenie. I teraz chciałbym zakończyć państwem kilka eksperymentów, bardzo prostych eksperymentów myślowych, opartych ścichle oklasyczną fizykę, żeby pokazać państw, jak dziwne konsekwencje, nie się przyspieszenie obserwatora. Chciałbym zazaczać od takiego bardzo prostego przypadku. Wyobraźmy sobie, że narysujemy sobie na ziemi, na której stajmy koło, czy okręk. I mamy wręklinikę i chcemy zwierzyć obwód tego koła. No to możemy po prostu przyłożyć to linikę raz za razem wokół wzruszł w wodę koła i w ten sposób, to jest recunek z góry, w ten sposób wyznaczyć sobie obwód takiego koła, poprzez liton po prostu, ile razem myśleliśmy przyłożyć linikę, żeby zdrać pewien obrót. I to jest pewna liczba i trą w ten sposób uzyskamy. W podobnie sposób możemy sobie zmierzyć średnice, przywadając linikę w dwóch średnicy i pewna liczba i grek przyłożenia, pomierowy tej przekątnej, tej średnicy i stosunek jednego przez drugie to oczywiście liczbapii. W przybliżeniu, bo nasz pomier nigdy nie jest idealny. Teraz trochę skomplikujmy sobie to prosto zadanie i wyobraźmy sobie, że ten obserwator, który staje w środku, kręci się w kółko. Na przykład może stoi na jakieś platformy obrotowej, która się ja obraca, tak jak na szkadmakę Roseli, z konikami i samochodzikami na wesoje męsteczku. Kręci się w kółko, jest w niej nercjalnym układzie odnieszenia i chcę dokonać ten sam pomier, który wykonuje jeszcze przed chwilą. Jak i będzie wynik? Otóż, żeby ten wynik stwierdzić, musimy przywołać jedno z bardziej elementarnych konsekwencji, szczególnej toli wzglęści, która mówi, że jeżeli mamy jakiś obiekt, który się porusza, wzórz w swoje długości ulega skróceniu. Jeżeli mam rakietek, która leci dużą prędkością, to ta rakieta się skraca w kierunku ruchu. Oczywiście ten efekt jest bardzo słaby dla prędkości, które są nam znane i dlatego również obserwujemy. Ale jakbyśmy wzięli obiekt i rozpędzili go do prędkości, bliskich prędkości światłach, to na ofyks staje się coraz bardziej istotny. Więc wyobraźmy sobie, że tak kręcimy się na tyle szybko, że tutaj na, w obliżu do go kołak, prędkości jest porónywalna z prędkością światłach. W związku z tym nasze liniki, których używamy, będą krótsze, dlatego że się poruszają i każdy razem, jak będziemy przykodzać taką linikę, będziemy przykodzać jej troszeczkę mniej. Co to znaczy? To znaczy, że liczba X wyniku pomiarów układzie obracającym się wzrośnie. Więcej krótszych liniek będzie w stanie objąć cały obwód, natomiast liczba Y w ogóle nie ulegnie zmianie, dlatego że w tym przypadku linika porusza się prostopadle do swojej długości, gdy ją przymierzam, przykładamy wzdłuż średnicy, a w takiej sytuacji efekt nie występuje, efekt skrócenia występuje tylko wzdłuż kierunku ruku. Czyli liczba X wzrośnie, liczba Y nie ulegnie zmianie. Co to znaczy? To znaczy, że jak będziemy liczyć stosunny kowwodu koła do jego średnicy, w układzie obracającym się, to dostanę liczba większą niż pi. Co jest, wydaje się z takim sklenim zaprzeczeniem, takiej szkolnej giumy, tych, które się uczy od zawsze, że obwód koła to jest średnica razy i dźwapi. W niej nercjalnym obracającym się układzie odniesienia to nie jest prawda. To nie jest prawda, że obwód koła wynosi 2 pi razy R, to nie jest prawda, że suma kątów, w której końcie wynosi 180 stopni. Jeżeli jesteśmy w jakimś niej nercjalnym układzie odniesienia, tego typu efektów należy się spodziewać jako konsekwencji, najprostrzej szczególnej torych z wyności, jeżeli rozważamy ruchy, które nie są ruchami inercjalnymi, czyli ruchami destałą prędkością. Jeśli mam do czynienia z przyspieszeniami, to nie wszystko. Takiej sytuacji, jak ta która opisana, nie tylko geometria przestaje być euklidesowa, ale dzieje się coś jeszcze. Upły w czasu, w różnych miejscach, w takim innym układzie, przestaje być równomierny. Dlaczego? Dlatego, że jeżeli wrócimy na tego rysunku, na który mamy człowieka, który się kręci w kółko i on ma w swoim własnym układzie odniesienia różne zegare, który myśli w różnych miejscach i początkowo jest synchronizuje, to zegare, który będzie blisko o się obrotu, będzie się poruszał z niewielką prędkością, ale zegare, który jest daleko do się obrotu, będzie się poruszał z dużą prędkością. Co to znaty? To znaczy, że w wyniku tego ruchu z dużą prędkością on zachodzi drugi efekt, przewidywane przez tego lątory wzgarności, który polega na tym, że zegare, który się porusza szybko spowalnia. Tę po powód czasu spowalnia, jeżeli zegare porusza się z dużą zerlatywistyczną prędkością bliską prędkości światła, co oznata, że spowolnieniu powód czasu na zegarze blisko o się będzie mniejsze niż daleko od osi i zegare, które są w pewnej odległości od siebie się po prostu zdecynchronizują. Potądkowo ustawione na tą samą godzinę, nawet jeśli będą to idealny zegarek, przestaną wskazwać tą samą godzinę chwilę później, co oznacza z grupa rzecz wiorąsk, ponieważ ten efekt jest zupełnie uniwersalny i dotyczy wszystkich zegarów, ale też wszystkich procesów, które zachodzą jakiś sposób, że czas, obracającym się układzie odnieszenia, płynie wolniej, jeżeli zaczynamy, zaczynam płynie coraz to wolniej, jak odzalamy się od osi obrotu. Jest to realne efekt, któregośmy doświadczali, gdybyśmy się znaleźli, szybko, odpowiednio szybko obracającym się układzie odnieszenia. No dobrze, ale tego typu dziwnych efektów należy spodziewać w minercalek w kadach odniesienia. Podałem te najprostce przykład okładu obracającego się za chwilę, potem jeszcze innek, ale chciałbym teraz podać jeszcze inny ważny eksperyment myślawy, który wykonował Einstein, który pozwoli nam połączyć te rozważania, które teraz robimy. Z zagadniami związanej myli,

# Zrzuty ekranu:





























































