

O fałszywości założeń Mechaniki Kwantowej

Ireneusz Ćwirko

12 lipiec 2010

W roku 1935 fizycy Einstein, Podolski i Rosen opublikowali artykuł pod tytułem: „Can quantum-mechanical description of physical reality be considered complete?” w którym postawili pytanie czy Mechanika Kwantowa jest teorią kompletną.

Powodem ich frustracji były założenia MK a w szczególności zasada komplementaryzmu oraz tak zwane splątanie kwantowe.

Zasada komplementaryzmu mówi że w systemach kwantowych mamy do czynienia z parami parametrów których pomiary nie mogą być dokonane jednocześnie. To znaczy jeśli przykładowo uda nam się ustalić położenie jakiejś cząsteczki to nie jesteśmy w stanie jednocześnie zmierzyć jej prędkości i na odwrót.

Z tym związane jest następne założenie, że elementy kwantowe przed pomiarem znajdują się zawsze w stanie nieustalonym. To znaczy że nie ma sensu zastanawianie się nad tym w jakim miejscu dana cząstka się znajduje czy też jaką ona posiada prędkość. W konsekwencji jest rzeczą absolutnego przypadku jaka wartość jednego z tych dwu parametrów zostanie pomierzona.

Parę miesięcy przed ukazaniem się artykułu EPR, inny fizyk o nazwisku Schrödinger jako pierwszy zwrócił uwagę na to, że w systemach kwantowych w przypadku układu cząstek nie można mówić o fizycznym stanie pojedynczych składników, ale tylko o stanie systemu jako całości. Przy tym tak zwanym splątaniu kwantowym nie wiemy wprawdzie jaką prędkość ma pojedynczy składnik ale wiemy jakie różnice prędkości występują pomiędzy poszczególnymi jego składnikami.

W takim układzie jeśli będziemy wiedzieli jaką prędkość ma jeden ze składników systemu to automatycznie będziemy wiedzieć jakie prędkości mają wszystkie jego składowe. Oczywiście ta sama zasada dotyczy na przykład lokalizacji cząstek.

Einstein, Podolski i Rosen uznali w związku z tym że MK jest zaprzeczeniem zasad teorii fizycznej, szczególnie że w przypadku splątania kwantowego dochodzi do, jak to sarkastycznie sformułował Einstein "spooky action at distance" a więc do zjawowego oddziaływania na odległość.

Nasza trojka fizyków zaproponowała następujący eksperyment: należy rozdzielić dwie poprzednio znajdujące się w stanie splątania kwantowego cząstki tak aby pomiędzy nimi nie mogło dojść do wzajemnego oddziaływania. Zgodnie z MK wartość pomiaru, na przykład prędkość jednej z tych cząstek, to kwestia przypadku, dla drugiej cząstki nie można jednak więcej mówić o przypadku jeśli pierwsza z cząstek została zmierzona.

Inaczej mówiąc jeśli zmierzmy prędkość pierwszej cząstki to jednocześnie i w sposób ostateczny ustalimy prędkość drugiej cząstki.

To znaczy MK wymusza istnienie natychmiastowej komunikacji pomiędzy cząstkami i to, nazwijmy to tak, w sposób „nadprzyrodzony“, natychmiastowo, niezależnie od mechanicznych przeszkód a także od odległości pomiędzy cząstkami. mimo że zaprzecza to jednoznacznie zdrowemu rozsądkowi.

Nasza trójka widziała tylko jedna możliwość racjonalnego wytłumaczenia tego zjawiska, a mianowicie, że własności cząstek zostały ustalone w momencie ich rozdzielania i że w naturze muszą istnieć nieznane nam procesy których MK po prostu nie uwzględnia. W związku z czym MK nie może być teoria kompletna.

Artykuł ten wywołał natychmiastowe protesty już w tym czasie dominującej fizykę frakcji zwolenników MK, szczególnie ich czołowych przedstawicieli Nielsa Bohra i Wernera Karla Heisenberga.

W tym czasie nie istniały możliwości przeprowadzenia eksperymentu zaproponowanego przez EPR. Trzeba było czekać następne 75 lat zanim pojawiły się odpowiednie możliwości zarówno techniczne jak i metodyczne.

Podstawy do przeprowadzenia odpowiednich eksperymentów zostały opracowane przez znanych fizyków Davida Bohma i Johna Bella.

Bohm opracował alternatywną interpretację Mechaniki Kwantowej a Bell przyczynił się do jej dalszego uściślenia i wskazał jak można przy użyciu rachunku prawdopodobieństwa sprawdzić założenia MK. Bohm wpadł na ideę jak poprzez pomiar spinu jąder atomowych wcielić ten eksperyment w życie.

Jak to funkcjonuje postaram się przedstawić na przykładzie polaryzacji światła. Zasada funkcjonowania obojga metod jest taka sama.

Jedną z własności fal elektromagnetycznych jest ich zdolność do polaryzacji, czyli właściwość fal do oscylacji tylko w jednej płaszczyźnie. Normalne promieniowanie świetlne składa się z kwantów których oscylacje przebiegają w różnych kierunkach. W przypadku światła spolaryzowanego oscylacje przebiegają tylko w jednej płaszczyźnie.

Znane są różne metody otrzymania światła spolaryzowanego.

1. Rozpraszanie i odbicie fali świetlnej pod określonym kierunkiem
2. Przepuszczenie przez podwójnie załamujący kryształ
3. Selektywne pochłanianie w filtrze polaryzacyjnym
4. Oraz przez nakładanie się fol spolaryzowanych

nas interesuje trzecia możliwość. Tego typu filtry zbudowane są z równoległe ułożonych długich ciągów molekuł. Jeśli przebieg molekuł jest horyzontalny to molekuly te absorbują horyzontalnie oscylujące kwanty światła. Wertykalnie oscylujące fotony nie napotykaają na przeszkodę i są przez filtr przepuszczane.

Tak więc ilość fotonów które przepuszcza filtr jest zależna od polaryzacji światła i od kąta pomiędzy polaryzatorem i kierunkiem polaryzacji. Patrz poniższy przykład.

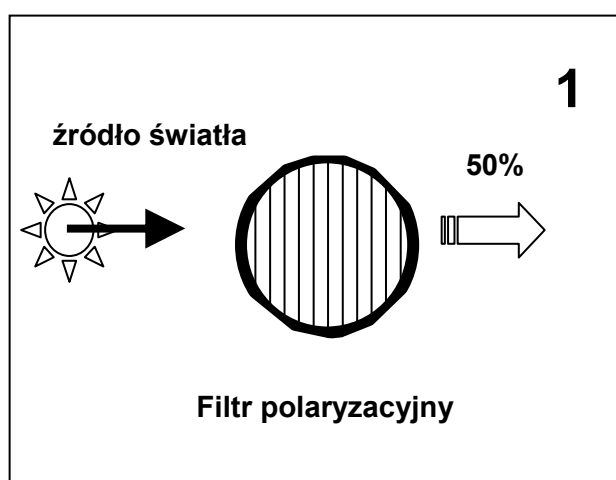
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/54/Animation_polariseur.gif

Mechanika Kwantowa tłumaczy to zachowanie fotonów w ten sposób, że jeśli fotony są zmuszone do przejścia przez filtr polaryzacyjny to dochodzi do takiej zmiany polaryzacji, że albo udaje im się tę przeszkodę pokonać albo też nie. Przy czym to, którym z nich to się uda zależy tylko i wyłącznie od przypadku.

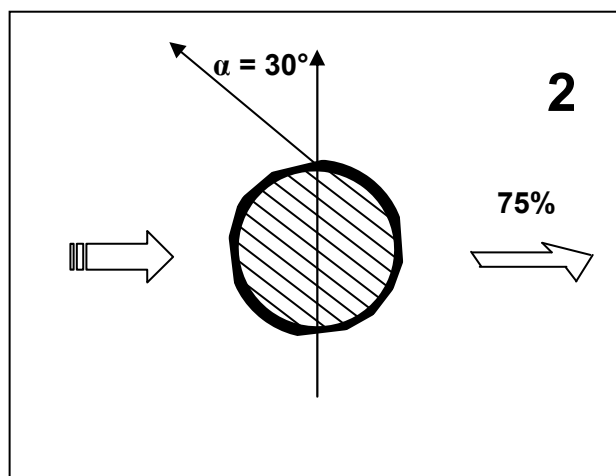
Fotony którym się to udało przyjmują orientację polaryzatora, co możemy potwierdzić przez ustawienie dodatkowego polaryzatora o takiej samej orientacji, przez który są one przepuszczane bez przeszkód.

Mechanika Kwantowa stoi na stanowisku że ta zmiana polaryzacji jest dziełem przypadku.

Jeśli przykładowo przepełnimy nie spolaryzowane promieniowanie świetlne przez polaryzator (Rys. 1) to 50% zostanie przez ten filtr przepuszczonych a druga połowa zostanie zaabsorbowana.



Jeśli teraz te fotony którym udało się pokonać pierwszy filtr skierujemy na następny którego orientacja jest przesunięta o 30° względem pierwszego (Rys. 2), to stwierdzimy że 75% z tych fotonów przełączyło swoją polaryzację na orientację drugiego filtra a pozostałe 25% zostały zaabsorbowane.



Jaki procent fotonów którym udało się pokonać pierwszy polaryzator pokona również drugi filtr zależy od tego o ile stopni drugi filtr jest przekręcony względem

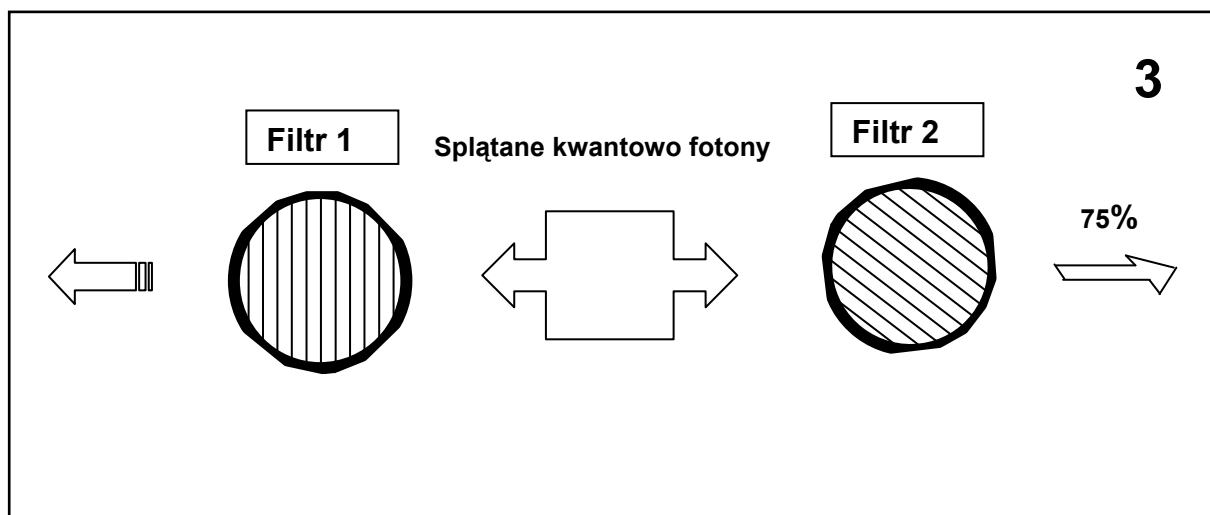
pierwszego. W tabeli są przedstawione prawdopodobieństwa przejścia przez filtr w zależności od różnicy kątowej ich wzajemnego ustawienia.

foton 1 przepuszczony			foton 1 zaabsorbowany		
	foton 2 przechodzi	foton 2 absorbcja		foton 2 przechodzi	foton 2 absorbcja
Kat	Prawdopodobieństwo		Kat	Prawdopodobieństwo	
0°	100 %	0 %	0°	0 %	100 %
±30°	75 %	25 %	±30°	25 %	75 %
±60°	25 %	75 %	±60°	75 %	25 %
±90°	0 %	100 %	±90°	100 %	0 %

Jeśli ten sam eksperyment powtórzymy tym razem używając dwóch fotonów w stanie splątania kwantowego przy czym jeden kierujemy na filtr 1 a drugi na filtr 2 to otrzymujemy następujący rezultat.

W każdym przypadku w którym pierwszy ze splątanych kwantowo fotonów pokonał filtr 1, prawdopodobieństwo pokonania filtra 2 przez drugi foton z tej pary wynosi 75%, i to mimo tego że drugi z tych fotonów nie może tego wiedzieć czy pierwszemu to się udało czy też nie. Drugi foton zachowuje się więc tak jakby przedtem przeszedł przez pierwszy filtr, co oczywiście jest wykluczone.

Jeśli teraz przerwiemy pomiary przy pierwszym filtrze a więc nie wiemy jaki foton był w stanie go pokonać i obserwujemy przy drugim sekwencje fotonów to stwierdzamy że fotony mają 50% szans jego przejścia.



Mechanika Kwantowa interpretuje te obserwacje w sposób następujący:

1. że polaryzacja fotonów nie jest określona w momencie powstania splątania kwantowego.
2. że żaden foton nie może znać kierunku ustawienia filtra polaryzacyjnego ponieważ to może być przez eksperymentatora zmienione w dowolnym momencie
3. i że żaden z tych fotonów nie może znać kierunku polaryzacji filtra który musi pokonać jego partner .

Czyżby splątane kwantowo fotony komunikowały się ze sobą natychmiastowo ewentualnie z prędkością ponadświatłą.

Bell przypuszczał że zachowanie fotonów nie ma charakteru przypadkowego ale tak jak to przypuszczali już EPR zależny od ukrytych przed obserwatorem własnościach natury które już w momencie powstania splątania kwantowego roztrząsają o przyszłym ich zachowaniu. W celu sprawdzenia tych przypuszczeń Bell opracował specjalna idee pozwalającą na weryfikacje.

Udało mu się stwierdzić że zależne od siebie przypadkowe zdarzenia, które w rzeczywistości są ze sobą powiązane, muszą spełnić określoną nierówność zwana na cześć twórcy „Nierównością Bella“. Jeśli zdarzenia mają rzeczywiście charakter absolutnie ze sobą nie powiązany to muszą naruszać „Nierówność Bella“

Żeby przybliżyć nam argumentacje Bella przyjrzyjmy się problematyce prawdopodobieństwa z którym fotony pokonują oba filtry polaryzacyjne:

Dla odpowiednio dużej liczby fotonów n_0 prawdopodobieństwo pokonania filtra polaryzacyjnego możemy obliczyć ze wzoru:

$$p(\alpha) = \cos^2 \alpha$$

Dla zgodnej orientacji obu filtrów prawdopodobieństwo to wynosi 1, dla orientacji ortogonalnej natomiast 0. Dla każdego innego ustawienia filtrów prawdopodobieństwo przyjmuje wartość pomiędzy 0 i 1.

Jeśli więc obrócimy drugi filtr o kąt β względem pierwszego to prawdopodobieństwo tego że foton pokona również drugi filtr wynosi

$$p(\beta) = \cos^2 \beta$$

Generalnie można stwierdzić że przy dwu fotonach, skierowanych każdy na swój filtr, prawdopodobieństwo tego że obu jednocześnie uda się je pokonać wynosi:

$$p(\alpha ; \beta) = n_0 * \cos^2(\alpha - \beta)$$

n_0 { przy dużej liczbie pomiarów)

odpowiednio prawdopodobieństwo tego że lewemu fotonowi się to uda a prawemu nie lub też odwrotnie obliczmy ze wzoru:

$$p(\alpha ; -\beta) = n_0 * \sin^2(\alpha - \beta)$$

Dla lepszego zobrazowania „Nierówności Bella“ posłużmy się następującym przykładem:

Sprzedawca warzywniaka postanowił radykalnie uprościć zasady funkcjonowania interesu. Zdecydował się na sprzedaż tylko dwu rodzajów owoców: jabłek (**A**) i gruszek (**B**). Owoce te postanowił sprzedawać tylko w dwu wielkościach opakowań, jedno (**1**) i dwu kilogramowych (**2**). Dodatkowo jabłka i gruszki ma zamiar oferować tylko w dwu kolorach zielonym (**Z**) i czerwonym (**C**).

Jeśli szukamy ilości opakowań jednokilogramowych z jabłkami $n(\mathbf{A};\mathbf{1})$, a jednocześnie znana jest nam ilość opakowań z jabłkami o barwie zielonej $n(\mathbf{A};\mathbf{Z})$ i wiemy też ile opakowań jednokilogramowych z czerwonymi owocami znajduje się w sklepie $n(\mathbf{1};\mathbf{C})$, to możemy wyprowadzić następująca nierówność:

$$n(\mathbf{A};\mathbf{1}) \leq n(\mathbf{A};\mathbf{Z}) + n(\mathbf{1};\mathbf{C})$$

Ta nierówność jest spełniona dla trzech par własności w formie **(1;-1)** i jest zwana „Nierównością Bella”.

Jeśli teraz zastosujemy tę nierówność do naszego przykładu z filtrami polaryzacyjnymi przy odpowiednich kątach pomiędzy nimi wynoszącymi:

$$\alpha = 0^\circ, \beta = 30^\circ \text{ i } \gamma = 60^\circ$$

to "Nierówność Bella" przybiera formę:

$$\cos^2(\alpha - \beta) \leq \cos^2(\alpha - \gamma) + \sin^2(\beta - \gamma)$$

$$\cos^2(-30^\circ) \leq \cos^2(60^\circ) + \sin^2(30^\circ)$$

po podstawieniu odpowiednich prawdopodobieństw otrzymujemy:

$$0,75 \leq 0,25 + 0,25$$

i widzimy że w przypadku fotonów splątanych kwantowo ta nierówność nie jest zachowana a tym samym zaprzecza istnieniu ukrytych parametrów rzeczywistości i zdaje się potwierdzać założenia Mechaniki Kwantowej.

Od momentu teoretycznego opracowania przeszło jednak jeszcze parę lat zanim Alain Aspect potwierdził eksperymentalnie (przynajmniej tak mu się wydawało) że procesy kwantowe w doświadczeniach z filtrami polaryzacyjnymi naruszają „Nierówność Bella” .

Aspectt wnioskował że nie istnieją żadne ukryte parametry rzeczywistości regulujące zachowaniem fotonów przy przejściu przez filtry polaryzacyjne.

Czy w takim układzie „zjawowe oddziaływania na odległość“ mają charakter realny, czy też to tylko fizycy widzą te zjawy?

Czy jest to możliwe aby mechanika Kwantowa w interpretacji kopenhaskiej istotnie odzwierciedlała rzeczywistość?

Wytłumaczenie

Chciałbym przedstawić rozwiązanie tłumaczące wyniki pomiarów fotonów przy przejściu przez filtry polaryzacyjne bez uciekania się do ezoterycznych konstrukcji Mechaniki Kwantowej.

Zanim jednak to zrobimy musimy po pierwsze postawić sobie pytanie co to właściwie takiego jest foton?

Fizyka używa tego pojęcia bardzo często, jednak bez wyjaśnienia co za tym pojęciem się kryje. Jest to najprawdopodobniej przyczyna tego że w fizyce tak często dochodzi do fałszywej interpretacji rzeczywistości ponieważ takie pojęcia jak: foton, elektron, ładunek elektryczny, grawitacja i cały szereg innych nigdy nie doczekały się realistycznego wyjaśnienia.

W moich poprzednich pracach zwracałem uwagę na to, że w naszych próbach zrozumienia natury musimy większą wagę przypisać zrozumieniu charakteru przestrzeni bowiem przestrzeń lub też lepiej powiedziawszy wakuola jako elementarna jednostka przestrzeni jest tym elementem z którego zbudowana jest cała nasza rzeczywistość.

Wakuola może przyjąć też formę fotonu w przypadku zadziałania impulsu, który spowoduje jej wyswobodzenie ze struktury oscylacji przestrzeni i poprzez oscylacje tła grawitacyjnego jej przyspieszenie do prędkości światła.

W przypadku jeśli ten impuls jest za słaby następuje tylko przekazanie tego zaburzenia na sąsiadujące wakuole. W ten sposób dochodzi do powstania fal elektromagnetycznych.

Te obserwacje doprowadziły fizyków do stanu rozdwojenia jaźni z którego nie udało im się uwolnić do dzisiaj. Z jednej strony musieli traktować światło jako zbiór cząstek ale z drugiej opisywać je jako efekt falowy.

Jeśli jednak wiemy że fotony to oscylujące, swobodnie przemieszczające się, podstawowe jednostki przestrzeni i że na swojej drodze zmieniają one w formie falowej charakter oscylacji tych wakuoli na które natrafiają to ta dwoista natura fotonów przestaje być dla nas niezrozumiałe a staje się jak najbardziej oczywista.

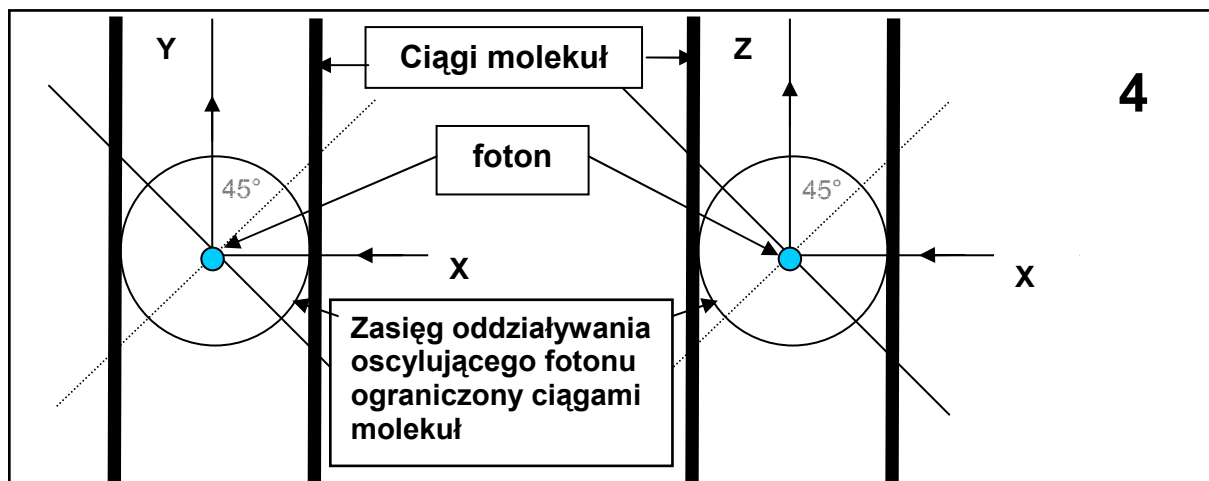
Skoro już się dowiedzieliśmy co to jest foton i jak on się zachowuje to możemy postawić sobie pytanie czy na skutek tego może się zmienić nasza interpretacja efektów kwantowych.

Przypomnijmy sobie jeszcze raz przebieg doświadczenia z filtrami polaryzacyjnymi. Tym razem zwróćmy uwagę na to że foton (czyli swobodna wakuola) to nie cząstka punktowa, tak jak chce to widzieć fizyka, ale jest on elementem przestrzennym którego forma ulega periodycznej zmianie i który zmienia czynnie charakter oscylacji wakuoli w zasięgu jego wpływu.

Wakuola jest elementem trójwymiarowym. Jeśli w jednym kierunku znajduje się ona właśnie w momencie maksymalnej ekspansji to w drugim ma ona tylko połowę swojej wielkości a w trzecim kierunku znajduje się właśnie w minimum. W przypadku jeśli foton trafia na filtr polaryzacyjny to o dalszym jego losie decyduje to czy kierunek ekspansji wakuoli ma taki sam przebieg jak kierunek przebiegu ciągów molekuł (dopuszczalne odchylenie 45°), czy też nie.

W przypadku jeśli to odchylenie jest mniejsze niż 45° następuje interferencja pomiędzy ekspandującym kierunkiem oscylacji wakuoli a jej kontrakcyjnym elementem w wyniku czego dochodzi do zmiany orientacji oscylacji i odpowiedniego zmniejszenia jej amplitudy.

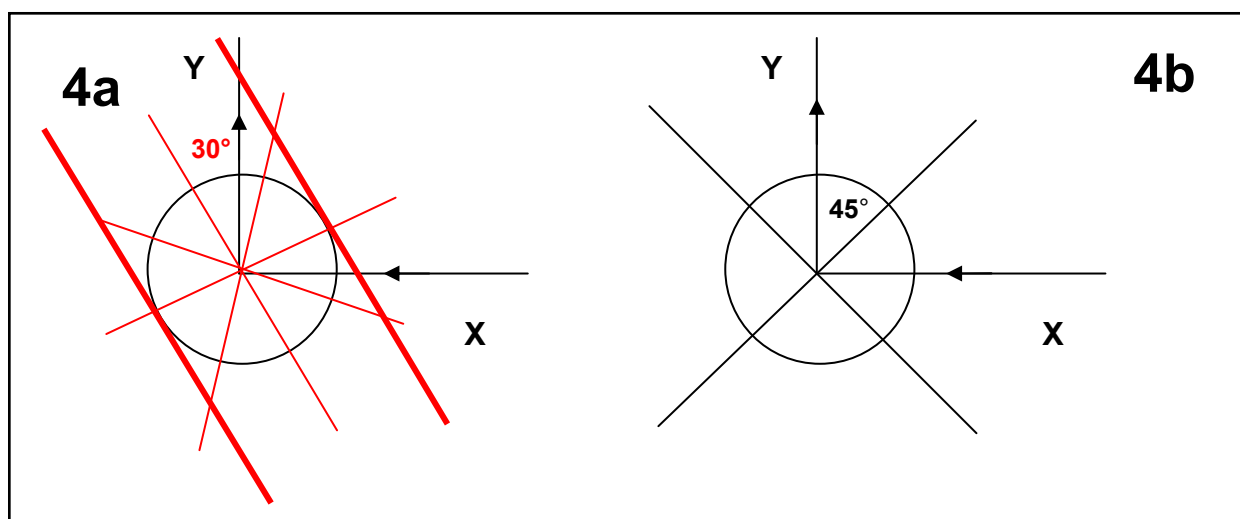
Przy innej orientacji fotonu dochodzi do destrukcyjnej interferencji oscylacji odpowiednich komponentów kierunkowych i do kolapsu wakuoli. W efekcie tylko 50% fotonów uda się pokonać przeszkodę w formie filtra polaryzacyjnego (patrz Rys. 4).



Jeśli teraz skierujemy spolaryzowany foton któremu udało się pokonać pierwszy filtr na filtr następny ale przekręcony względem pierwszego powiedzmy o 30° to to czy uda się jemu ten drugi filtr pokonać zależy od tego czy jego oscylacje pasują do orientacji drugiego filtra.

Jeśli porównamy orientacje obu filtrów tak jak to przedstawione jest na rysunku 4a i 4b to widzimy że orientacja oscylacji fotonów nie we wszystkich przypadkach pasuje do orientacji obu filtrów jednocześnie.

Wiemy jednak na podstawie eksperymentów że uda się to tylko około 75% z nich. Dlaczego występuje akurat tak reguła stanie się dla nas jasne jeśli uwzględnimy że w przypadku drugiego filtra również kierunek Z oscylacji musi zostać odpowiednio uwzględniony.

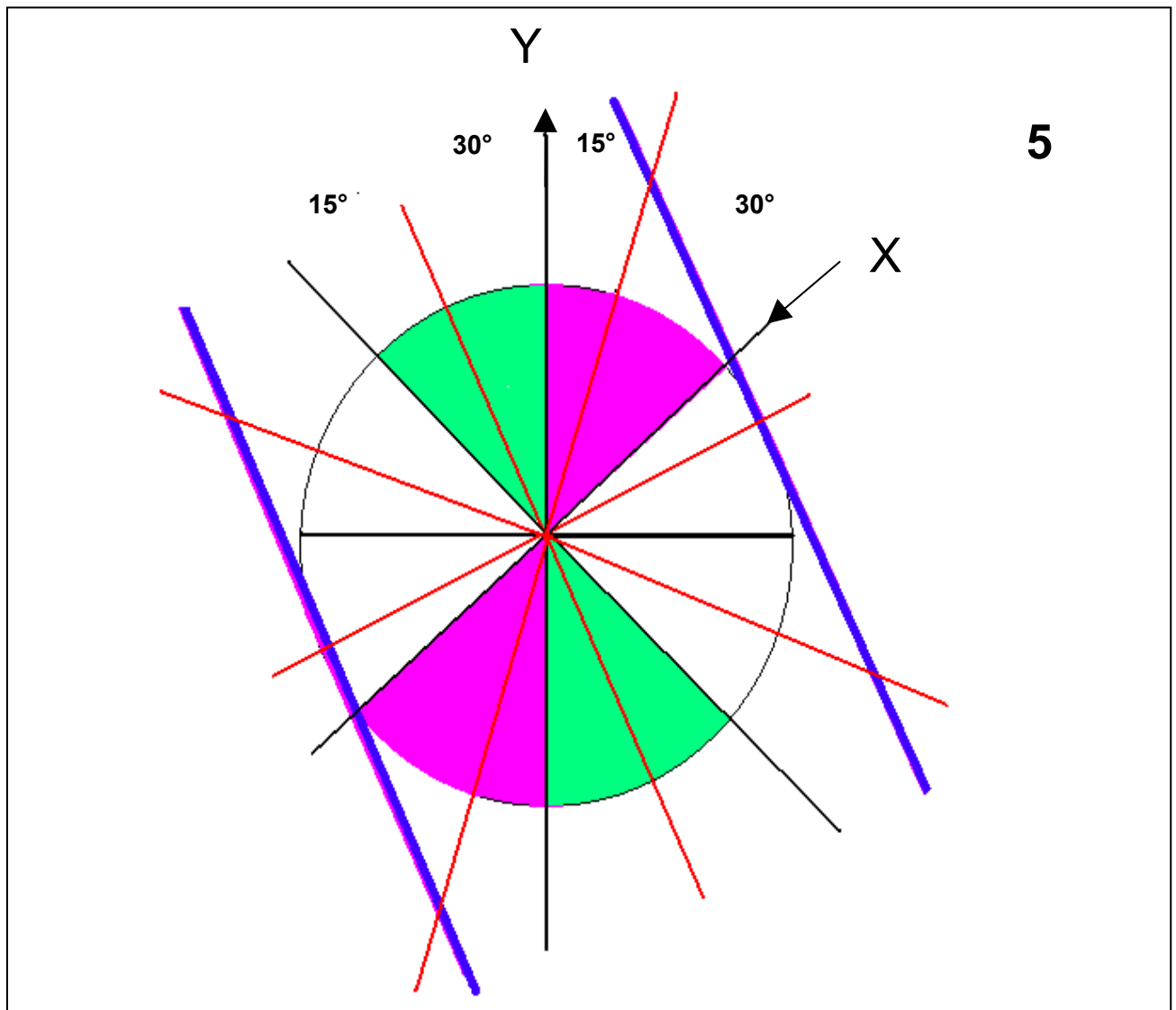


Po nałożeniu rysunków 4a i 4b na siebie obserwujemy (Rys, 5) że te orientacje oscylacji fotonów które umożliwiają ich przejście dla każdego filtra z osobna nie nakładają się na siebie. Z pierwotnie 180° okręgu który po opuszczeniu filtra 1 był jeszcze obsadzony przez poszczególne fotony około 90° jest zorientowane tak że orientacja ciągów molekuł filtra 2 nie ma żadnego wpływu na ich oscylacje (strefa

zaznaczona kolorem zielonym). W ten sposób zorientowane fotony mogą w tym obszarze oscylować nie będąc ograniczone ciągami molekuł.

Dla pozostałych fotonów (na rysunku zaznaczone kolorem wrzosowym) ich oscylacja jest ograniczona i może zostać dokonana tylko wtedy jeśli element kierunkowy X na skutek interferencji z odpowiednimi kierunkami (Z lub Y) ulegnie takiej zmianie że albo dostosuje się do nowej orientacji filtra albo na skutek destrukcyjnej interferencji dochodzi do kolapsu fotonu i jego „absorpcji“.

W skutek tej zasady połowa fotonów z obszaru w kolorze wrzosowym jest w stanie zmienić kierunek oscylacji a połowa nie. To znaczy **45°** tego obszaru.



Razem z **90°** o których mowa była wcześniej daje to **135°** okręgu które są jeszcze zajęte przez fotony po opuszczeniu drugiego filtra

a to znaczy **75%** tej ilości fotonów której się udało pokonać pierwszy filtr.

Oczywiście nie będę nadmieniać że w przypadku splatanych kwantowo fotonów przebieg procesu przejścia przez filtry polaryzacyjne jest niezależny od tego czy te filtry są ustawione jeden za drugim czy też każdy ze splatanych kwantowo fotonów zostanie skierowany osobno na odpowiedni filtr.

Zdolność pokonania filtra polaryzacyjnego przez foton czy też jego absorpcja jest dana poszczególnym fotonom już w momencie powstania ich splatania kwantowego. Parametrem który o tym decyduje jest wspólna orientacja oscylacji przestrzeni dla tej pary fotonów.

To przemyślenie zmienia jednak całą naszą interpretację „nierówności Bella“

Widzimy że dla połowy fotonów zmiana orientacji drugiego filtra względem pierwszego nie ma żadnego wpływu na zdolność ich pokonania i że prawdopodobieństwo ich przejścia przez filtry nie są od siebie niezależne. W takim układzie twierdzenie zwolenników Mechaniki Kwantowej że

niespełnienie "nierówności Bella" zostało udowodnione nie ma żadnego potwierdzenia w rzeczywistości. Tak naprawdę "nierówność Bella" zachowuje swoją prawdziwość również w świecie mikrofizyki.

Nie da się też ukryć że w związku z tym co napisałem za fenomenem EPR nie ukrywa się ani żadne "zjawowe oddziaływanie" i z całą pewnością także żadna bliżej niesprecyzowana nielokalność w mikroświecie ale zwykła nieumiejętność posługiwanie się przez fizyków podstawami geometrii na poziomie szkoły podstawowej.