

NEJMENŠÍ SVETLO: SOUČASNÝ POHLED

Arthur Zajonc

Pořád roztrhávají světlo! Jak často se pokoušeli rozdělit něco, co navzdory všemu vždy zůstane jednotné a celé.
— Goethe

Naše diskuse dosáhly bodu obratu. Lepší pochopení minulosti teď musí ustoupit opatrnému ohmatávání přítomnosti. Příběhy, které budu vyprávět nyní, jsou již našimi příběhy. Co podle našeho nejlepšího přesvědčení, vytvořeného na základě všeho, co známe, považujeme za nejpodstatnější rys světla? K duze, svíčke, hranolu a zrcadlu se teď připojily velmi záhadné kvantové jevy, v nichž se charakter světla jeví jako mimořádně paradoxní.

Nebudeme popisovat toto „moderní“ světlo abstraktně, spíše budeme mezi nesčetnými pokusy kvantové optiky vyhledávat konkrétní příklady, které nejsrozumitelněji vyjadřují základní chování fotonu. Tyto pokusy dramaticky osvětlí jedinečné rysy světelného kvanta a stanou se tím, co by Goethe s potěšením nazval archetypálními experimenty kvantového království. Budeme s nimi pracovat trpělivě, abychom tak — z Goethova pohledu — vytvářeli nové orgány poznání, lépe vyhovující našemu předmětu zkoumání než tradiční schopnosti zděděné z klasické fyziky. Podobně jako ryby v černých vodách Mamutí jeskyně jsme si i my navykli na temnotu. Trvalo staletí, než jsme dopluli do osvětlených vod. Stále oslepeni životem v jeskyni se bojíme prozkoumávat a hluboce promýšlet ten otevřený, sluncem zalitý terén. Doufat, že se opravdu přiblížíme k pochopení světla, můžeme pouze tehdy, když to s plným vědomím učiníme.

Světelných jevů, dokonce i když jsou omezené na kvantové účinky, je nespočet. Avšak z některých se poučíme více než z ostatních. Jako v nádherné soše nebo jiném významném uměleckém díle i v nich je to podstatné vyneseno na povrch a každý nedůležitý rys je odsekán nebo vynechán. Takové jevy v sobě nesou zvláštní významy a v každém oboru je jich jen pár. Goethe jim říkal „archetypální fenomény“ a já jeho termín pro tuto kapitolu převezmu. V těchto fenoménech se setkáváme s evidentními projevy přírodního zákona. Jsou to okna, jimiž naše zkušenost hledí do věčného principu, kterým příroda utváří proud jevů. Máme-li oči, které opravdu vidí nějaký archetypální fenomén, pak máme také rozum, abychom mu porozuměli. Co jsou to archetypální světelné jevy na kvantové úrovni?

Od obecné zkušenosti se světlem přejdeme ke kvantu a budeme sledovat moderní tendence ve zkoumání nejmenší části světla. Současné kvantové pokusy zkoumají světlo redukované na jeho nejslabší možnou úroveň. Jak jsme viděli, Max Plaňek a Albert Einstein byli prvními, kteří předpokládali existenci elementárního světelného kvanta, a předvíkali, že světlo není nekonečně dělitelné, že má v sobě nějakou nejmenší část. V roce 1926 dal americký chemik G. N. Lewis světelnému kvantu jméno, pod nímž ho známe my: foton. Fyzikové zabývající se výzkumem zkoumali foton a kvantovou optiku ve speciální disciplíně, která se věnuje studiu světla jako kvantového objektu. Naučil jsem se vážit si originálních poznatků a tato disciplína je nádhernou oblastí studia plnou dramatických okamžiků, které nový způsob přemýšlení o světle nabízí vrchovatou měrou.

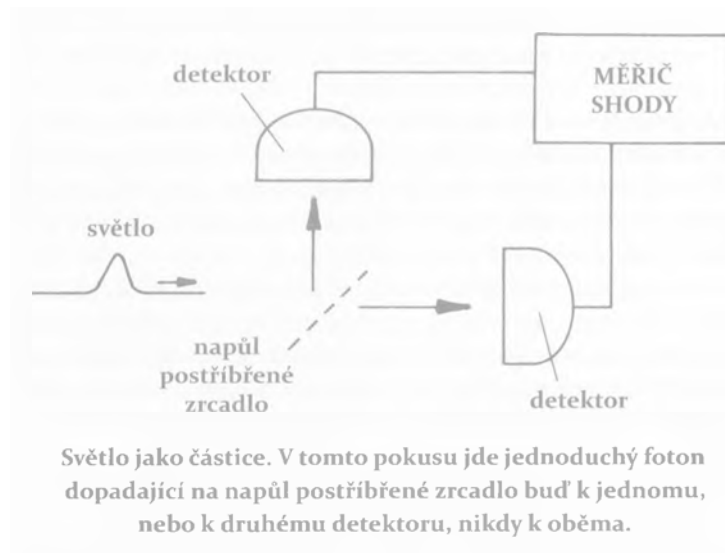
Můžeme najít archetypální pokusy, v nichž foton jasně, i když paradoxně ukazuje určité, jen sobě vlastní stránky? Potom bychom se mohli — podobně jako Einstein vytrvale běžící za světlem — cílevědomě zabývat záhadnými rysy fotonu a doufat, že se tak nakonec dokážeme přiblížit k pochopení záhady, která se v něm ukrývá.

Chceme-li studovat nejmenší světelnou částici, izolovaný foton, prvním úkolem je zřejmě vytvořit jeho zdroj. Na první pohled je to úkol triviální. Prostě vezměte jakýkoliv zdroj světla, třeba i svíčku, a dostatečně ztlumte její světlo, takže bude poskytovat pomalý, ale stálý proud jednotlivých fotonů. Přesně to dělali vědci po desetiletí, dokud si neuvědomili základní logickou chybu tohoto postupu. Nikdo nikdy experimentálně neprozkoumal, zda takové zdroje opravdu produkují jednotlivé fotony. Vědci předpokládali, že ztlumené světlo je proud jednotlivých fotonů, aniž by si to experimentálně potvrdili.

Jaký důkaz by nás přesvědčil, že zdroj světla je zdrojem jednotlivých fotonů? Je zřejmé, že potřebujeme vhodný prostředek k testování světelných zdrojů.

Snad nej elegantnější test jednotlivého fotonu provedla skupina francouzských fyziků — Alain Aspect, Philippe Grangier a G. Roger. I když je technicky poněkud obtížný, myšlenka tohoto pokusu je krajně jednoduchá. Očekávaný foton je vyslán do optického přístroje dělicího světla, přičemž polovina je odeslána

jedním směrem a druhá polovina směrem druhým, jestliže se v určitém bodě už světlo dělit nedá, dosáhli jsme úrovně světelného fotonu nebo „atomu“ (slovo atom pochází z řeckého *atomos*, „nedělitelný“). Optickým prostředkem, který rozděljuje světlo na polovinu, je napůl postříbřené zrcadlo čili „dělič paprsku“. Když na něj dopadne světlo, polovina z něj je vyslána dál a polovina odražena. Představte si jednotlivý foton podobný atomu, který dopadne na dělič paprsku. Co se stane? Když je opravdu nedělitelný, pak se vydá buď jednou, nebo druhou cestou, ale ne oběma. To se nazývá „antikorelace“. Když se však světlo rozdělí, budou mít světlo obě větve, polovina se vydá jedním a druhá polovina druhým směrem. Tolik tento pokus.



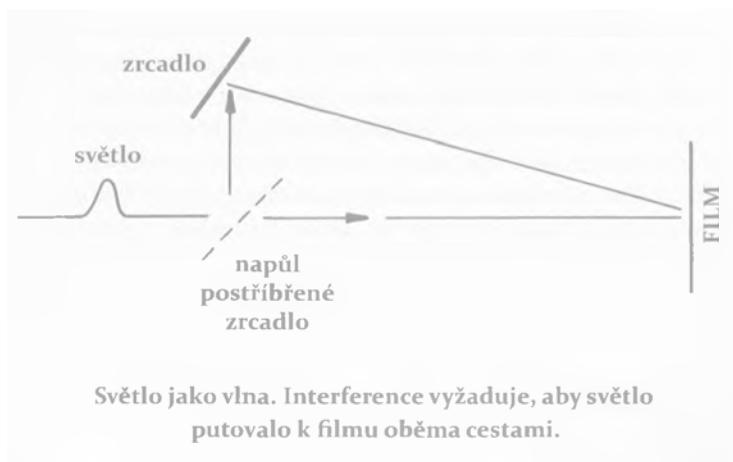
Na rozdíl od atomistické teorie světla vlnová teorie chápe světlo jako nekonečně dělitelné; neexistuje tu žádná hranice, která by určovala, jak slabá může být světelná intenzita. Proto dělič paprsků *vždy* světlo rozdělí, jednu jeho část vyšle jedním směrem a druhou odrazí směrem druhým.

Takže dělič paprsků je jakýmsi lakmusovým testem světla: buď je to vlna, nebo částice. Použití děliče paprsků pro nejrůznější zdroje světla přineslo překvapující výsledky. Všechny tradiční zdroje libovolné intenzity jako svíčky, dobřela rozžhavené lampy, výbuchy plynu nebo fluorescentní světla, dokonce ani lasery nevykazují žádnou antikorelaci. Bez ohledu na to, jak je jejich světlo ztlumené, údaje naznačují, že vysílané světlo se v děliči paprsků rozděljuje způsobem, který může být dobře popsán nějakou vlnovou teorií světla. Všechny obvyklé světelné zdroje tak nesplňují nejjednodušší kritérium pro emisi jednotlivého fotonu. Zdroje jednotlivých fotonů nejsou přirozené.

Ale nic není ztraceno. Lidé jsou vynalézaví: jestliže nevyhovují konvenční světelné zdroje, můžeme vytvořit nové, které poslouží lépe. Nedávno byly vyvinuty dva takové zdroje, jeden založený na atomické kaskádě a druhý na tom, co se obchodně nazývá „dvoufotonová parametrická sestupná konverze“. Podrobnosti těchto dvou zdrojů nás nezajímají, ale v obou případech jsou generovány dva velmi blízké fotony, z nichž jeden signalizuje experimentátorovi přítomnost druhého. Ukázalo se, že při správném použití prošly tyto zdroje lakmusovým testem jednotlivého fotonu. Světlo, které vysílají, vykazuje antikorelaci, kterou u zdrojů jednotlivých fotonů hledáme.

A tak teprve nedávno získali fyzikové dobré zdroje neklasického, kvantově mechanického světla, a od té doby si to opravdu užíváme. V posledních letech bylo při použití zdrojů jednotlivých fotonů provedeno nespočet elegantních pokusů, které často přinesly podivné výsledky. Zmíním se o několika z nich, takových, které podle mě nejlépe odhalují subtilní povahu světla. Mezi nimi snad najdeme archetypální pokusy, které hledáme. Teď, když máme jednotlivý foton, prozkoumejme jeho chování. Asi je

beznadějně vyjádřit povahu světla abstraktně, ale prostřednictvím toho, jak se chová, můžeme zahlédnout jeho základní rysy.



Za neúnavným úsilím výzkumníků se skrývá silnější, záhadnější motivace: to, co člověk chce pochopit, je bytí a skutečnost.

— Albert Einstein, 1934

Einstein brzy obrátil svou pozornost k fotonu, jako obvykle navrhl pronikavý myšlenkový experiment. Použijte zdroj jednotlivého fotonu, řekl jednou Bohrovi, abyste generoval izolovaný foton. Vyšlete foton do děliče paprsků. My víme, že foton prošel jedním, nebo druhým směrem; koneckonců právě tento test jsme použili, abychom prohlásili, že zdroj si zaslouží být nazýván zdrojem jednotlivého fotonu. Změřte ho, jak často chcete, vždy je tu antikorelace. Teď, řekl Einstein, nahraďte ty dva detektory zrcadly, která usměrní foton tak, že ať cestuje jakýmkoliv směrem, nakonec přistane na stejném políčku fotografického filmu. Co vidíte?

S příchodem prvního fotonu se jednotlivá, drobná skvrna objeví zhruba tam, kde ji člověk očekával. Následujících několik fotonů se ukáže jako skvrny rozptýlené kolem té první. Zatím je všechno v pořádku. Ale jak čas běží a skvrnky se hromadí jedna vedle druhé, objeví se něco naprosto neočekávaného. Skvrny se samy shromažďují do tmavých a světlých pásů, do jasných interferenčních okrajů. Když připravíme pokus tak, abychom uviděli interferenční pásy, uvidíme je, dokonce i v případě jednotlivých fotonů. Když připravíme pokus tak, abychom viděli, který pás si foton vybral, zjistíme to. Problémem nejsou samotné jevy, ale nesprávné myšlenky, které s nimi spojujeme.

V prvním případě myslíme na vlny; v druhém na částice. V prvním případě myslíme na obě cesty; v druhém na jednu. Jak může být pravdivé obojí? Jaká věc by se mohla chovat takovým způsobem? Abychom citovali šestnáctiletého Einsteina: „Zdá se, že něco takového neexistuje!“ Chvilí o tom přemýšlejte.

Od dob Thomase Younga vědci přisuzovali vznik interferenčních okrajů tomu, že světlo cestuje *dvěma* cestami. Ale světelným zdrojem v tomto experimentu byl zdroj jednotlivého fotonu, jehož prokázanou vlastností bylo to, že vysílá fotony pouze na jednu cestu, nikoliv na dvě. Výskyt interferenčních okrajů však vyžaduje, abychom připustili, že v určitém smyslu se to samostatné, nedělitelné kvantum světla, ten osamělý foton, ubírá oběma cestami, nebo je jimi aspoň ovlivňován! Bohr popsal Einsteinovo shrnutí této situace: „Při každém pokusu názorně zobrazit chování fotonu budeme mít potíže: buď budeme muset říci, že foton si vždy vybírá jednu cestu ze dvou, nebo že se chová, jako kdyby prošel oběma cestami.“

Máme tady archetypální příklad vlnové částicové duality. Einstein si několik desetiletí myslel, že pokus nebyl v laboratoři správně proveden. Konečně v roce 1986 Aspect, Grangiera Roger úspěšně provedli pěknou verzi tohoto experimentu s jednoznačnými výsledky. Osamělý foton opravdu interferuje sám se sebou. Zdá se, že jedna věc — foton — se nějak současně vztahuje k oběma cestám. Důsledky tohoto pokusu jsou naprosto zásadní. Základní struktura kvantové mechaniky a naše pojetí světla se této experimentálně potvrzené skutečnosti musí přizpůsobit. Našli jsme archetypální jev, ale chybí nám myšlenky, s jejichž pomocí bychom ho správně pochopili.

Goethe měl pravdu. Ať se pokoušíme rozdělit světlo na základní části, na konci zůstává celistvé. Výzvou je právě naše pojetí toho, co znamená být „elementární“. Doposud jsme za to nej základnější považovali to nejmenší. Možná, že alespoň v případě světla nenacházíme jeho nejzákladnější rys v tom nejmenším, ale spíše v celistvosti, v jeho nenapravitelné schopnosti být jedním i mnohým, částicí i vlnou, být jednotlivou věcí, která má v sobě celý vesmír.

V nedávných rozhovorech a článcích připomněl význačný fyzik John Archibald Wheeler komunitě fyziků, že kvantová nejednoznačnost demonstrována interferenčním experimentem jednotlivého fotonu je dokonce vážnější, než se na začátku zdálo. Učinil tak pomocí zajímavého myšlenkového experimentu, který vycházel z návrhů Einsteina a Carla Friedricha von Weizsäckera. V něm oba předchozí dichotomické experimenty (antikorelace a interference) koexistovaly až do hořkého konce a vlnově částicová dualita byla zachována v průběhu celého letu fotonu.

Představte si, že jednotlivý foton prochází děličem paprsku jako dřívě, ale výsledek je zpožděn podle toho, zda nainstalujeme detektory, nebo zrcadla. V principu mohou být fotony „rozděleny“ na velké vzdálenosti z detektorů a zpoždění může být libovolně velké, třeba i roky. Zatímco čekáme na výsledek, projeví se záhadná povaha světla. Co můžeme po celou tu dobu čekání říci o cestě, kterou bude foton sledovat? Když na něj myslíme jako na částici, pak se foton vydá na jednu z cest, které se oddělily dlouho předtím. Můžeme se však také rozhodnout provést na tomto fotonu interferenční pokus a rozhodnutí uvést v život dlouho poté, co foton prošel osudným bodem volby. Přesto interferenci uvidíme. Když ale na druhé straně myslíme na foton jako na vlnu, která se vydává oběma cestami, pak také, dlouho poté, co foton dosáhl bodu, kde se cesty rozdělují, může experimentátor přepnout k měření cesty, a opět s úspěchem. Zdá se, že až do posledního okamžiku měření nemůžeme říci, že foton cestuje oběma cestami, ale stejně tak nemůžeme říci, že cestuje jednou cestou; taková situace je určitě velmi nepříjemná! Avšak když měření dokončíme, pak *můžeme* jasně prohlásit, zda k nám foton cestoval jednou cestou, nebo oběma. Řečeno Wheelerovými slovy, zdá se, že následkem naší opožděné volby „máme určitý vliv na to, co jsme oprávněni říci o *již minulé* historii toho fotonu“. Odložení našeho rozhodnutí, který pokus provedeme, dramaticky posílilo základní nejednoznačnost fyziky jednotlivých fotonů.

Jsme tu konfrontováni s něčím velmi podivným. Konvenční, dobře definované objekty mají jasnou, jedinečnou historii. Někde vznikají, procházejí nějakou cestou a na konci přijdou někam jinam. Jednotlivé fotony (ve skutečnosti všechna kvanta) jsou také dobře definována, alespoň matematicky, ale jsou jiná. Historie pohybu fotonu naznačuje neredukovatelný, paradoxní, vlnově částicový charakter, který se liší od všeho, co známe z klasické fyziky. Co je zdrojem této nejednoznačnosti?

V Ústavu pro kvantovou optiku Maxe Plancka poblíž Mnichova jsem nedávno spolupracoval na předvedení Wheelerova myšlenkového experimentu s opožděnou volbou. Výsledky dopadly podle předpovědi kvantové teorie a přesvědčivě nám ukázaly, že jednotlivý foton je dvojnásobný v kvantově mechanickém smyslu po celou dobu dráhy až do jeho zachycení. Jednotlivý foton nečiní v děliči paprsků žádnou „volbu“, zda bude částicí, nebo vlnou. Není ani jedním, je oběma. Nejednoznačnost je základním rysem světla, rysem, pro který je mimořádně těžké ho pochopit, ale ještě horší je, že kvůli tomuto rysu je těžko polapitelný. Jestliže foton existuje v čase mezi jeho pozorováními, pak náš popis této existence musí brát v úvahu skutečnosti interferenčních pokusů jednotlivého fotonu.

Postoje k pokusu s odloženým výběrem a dalším podobným experimentům jsou různé. Většina fyziků se nejspíš vůbec nezabývá významem svých kvantových výpočtů. Nedělá si ani starosti s důsledky archetypálních kvantových experimentů. Říká, že věda se nezaobírá pravdou nebo významem, ale pouze predikcí a kontrolou; je to nástroj. Vědecká arogance devatenáctého století se tu změnila na cynismus století dvacátého. Máme moc, a to stačí; pravdivého poznání jsme se navždy vzdali. Podle tohoto názoru je moderní věda jako astronomie dávného Babylónu před třemi tisíci lety. Bez jakékoliv představy o našem solárním systému dovedli astronomové-kněží s udivující přesností předvídat dráhy hvězd, Slunce, Měsíce a planet na základě používání čistě aritmetických postupů k údajům z minulosti. Podobně i my dokážeme používat kvantový algoritmus k předpovědím o kvantových jevech, aniž máme představu o tom, co je ve skutečnosti foton, elektron atd. Jenže je tu jeden rozdíl. Babylónští astronomové-kněží neúnavně hledali smysl svých pozorování, byl to však duchovní význam vtělený do rituálů, praktického života a účasti na životě bohů a bohyň. To je uspokojovalo. My jsme se zbavili všech duchovních rámců pro vědu. Instrumentalistický přístup se také zřekl naděje na pravdivé porozumění fyzikálnímu.

Když zmizeli bohové, vytvořili Řekové racionální geometrický kosmos, kterým nahradili umírající kosmos duchovní. V šestnáctém století se hmota spojila s rozumem a vesmír se postupně stal hodinovým strojkem. Fyzika a filosofie dvacátého století mnohé z tohoto přístupu zpochybnila. Položila si otázku, zda je možná jakákoliv pravdivá znalost hmoty, světla nebo potažmo celé přírody. Dekonstrukce vědeckého poznání byla osvobozující, ale když jsme se nyní zbavili její tyranie, octli jsme se na pokraji demoralizujícího nihilismu. Jestliže je vědecké poznání pouze nástrojem, existuje vůbec nějaké smysluplné poznání? Ve svém srdci žádný ze seriózních, vědou se živících vědců v instrumentalismus nevěří; žádný učitel nezáří nadšením, když prezentuje svým studentům nesmyslné výpočetní postupy. K čemu tedy opravdu vede fyzika?

Když stojíme tvář v tvář černé prázdnotě čistého instrumentalismu, jsme velmi náchylní k pokušení zpátečnického uctívání idolů. Když jsme přišli o bohy, zamilovali jsme se do krásných idolů, kterými je můžeme nahradit. Atomy, kvarky, nepatrné černé díry... ty všechny jsou zhmožňovány, ověnceny a vyzdviženy, aby zaujaly místo v chrámu. Tím, že je nazýváme skutečnými, ožívujeme je falešným životem strachu, našeho strachu z neznámé bytosti přírody. Cítíme, že jsme uvíznuli mezi sofistikovanou prázdnotou dekonstruktivismu a křiklavými výtvoři vlastními rukou. Čeho se má člověk přidržet? Goethe by odpověděl stejně jako Hegelovi a čtenářům *Teorie barev*: Držte se jevů. Těm se dá věřit. Když se na ně budete dívat správně, stanou se teorií.

Abychom viděli, musíme si objekty představovat, musíme k nim vytvářet koncepce, které odpovídají jejich povaze. Když v tomhle neuspějeme, nebudeme ani vidět. Budeme jako onen kdysi slepý S. B., který zůstal téměř beze zraku, i když mu operace očí spravila. Hrubý materiál pro zrak měl, ale neviděl. Pokusy kvantové optiky nám daly hrubý světelný materiál, my však stále postrádáme koncepci, která by se hodila k jeho povaze. Jakmile ho budeme mít, paradox vlnové částicové duality zmizí, i když „kvalita vlny-částice“ zůstane. Když bude tato schopnost uplatněna na archetypální kvantové jevy, uvidíme je s porozuměním, nikoliv se zmatkem. V Emersonově jazyce je „pojmenujeme“, a když budou jednou pojmenovány, jev se stane teorií. Pak můžeme rozpoznat „kvalitu vlny-částice“ na mnoha místech, jestliže ji jasně vidíme na jednom. Tak jako něhu objevenou v dětství poznáme pokaždé, když se s ní setkáme.

Podobně jako když dospívající čtou Shakespeara, cítíme, že jazyk kvantových jevů je současně podivný i nádherný. Významy jsou nejasné, některá slova neznámá. O to větší máme důvod zastavovat se nad nimi, znovu a znovu pročítat text a bavit se nad jeho možnými významy. Když pochopíme, že jde o divadelní hru, jsme schopni mechanicky zahrát jednotlivé role, ale mnohé zůstává ležet ladem. Kdybychom tak mohli proniknout do textu hry, kdybychom byli schopni odkrýt významy, o co bohatší by byla režie! Příroda stejně jako nalezený text hry určitě zasluhuje čtení pro význam, nikoliv pouze uvedení hry na jevišti pro zisk. Slyšíme Sirény mi nulosti a měli bychom vědět, že vše závisí na odvaze a dychtivosti čtenáře.

Světelné jevy vyvracejí čtení světa devatenáctého století, dokonce i když moderní nastudování zůstává fragmentární a obtížné.

Narůstající nespokojenost s instrumentalismem vedla nedávno mnohé vědce k přijetí jiných přístupů ke kvantovým fenoménům. Někteří obhajují „kriticko-realistickou“ perspektivu, včetně realistické interpretace kvantové fyziky. Pokud jde o kvantové jevy, jsou tu, obecně řečeno, dva takové přístupy. Větší skupina vědců si myslí, že musíme od základů změnit naše chápání fotonu a všech dalších elementárních částic. Ty jsou reálné, ale víme o nich velmi málo. Nemůžeme například mluvit o „cestě“ fotonu. Foton nemá žádnou dráhu, žádný soubor zvláštních pozic, které se v čase mění. Abychom popsali historii fotonu, musíme se nad částice povznést k daleko abstraktnější úrovni. Sčítáme „kvantové amplitudy“ pro všechny možné cesty, po nichž může foton cestovat, a takto konstruovaný „superpoziční stav“ je správným kvantově mechanickým popisem fotonu. Když zaujmeme realistický pohled, pak superpoziční stav, který je druhem metafyzického spojení možných cest, je foton, který cestuje z děliče paprsků k detektoru. Wheeler nazývá superpoziční stav „velkým kouřovým drakem“. I když je vidět dračí hlava a ocas, jeho obrovské tělo zakrývá kouř. S fotonem je to stejné. O jeho vyslání a detekci víme snad všechno, ale cesta, kterou mezi vysláním a detekcí urazí, je naprosto nejasná.

Wheeler jde ještě dále, za názory většiny fyziků, když používá princip odložené volby, aby ukázal, jak silně je naše současné měření spojeno s minulostí. Ve výše uvedeném pokusu pouze závěrečný akt detekce odstraňuje kvantovou neurčitost, rozptýlí kouř, abychom uviděli klasický svět, v němž můžeme mluvit dokonce o drahách fotonu. Konečná detekce zjevně určuje už skončenou historii fotonu. V jednom rozhovoru Wheeler poznamenal: „Do té míry, do jaké [velký kouřový drak čili foton] tvoří část toho, co nazýváme realitou, musíme říci, že my sami se nepochybně podílíme na tvorbě toho, co jsme vždy nazývali minulostí.“

Druhá a mnohem menší skupina vědců interpretuje jednotlivý foton, princip odložené volby a interferenční experiment velmi odlišně. David Bohm a Basil Hiley jsou hlavními obhájci názoru, který vykresluje fotony a všechny kvantové objekty tradičnějšími způsoby. Ovšemže Bohm a Hiley se musí ve své teorii zabývat paradoxními jevy kvantové mechaniky. Dělají to tak, že zavádějí něco dosud neznámého. Fyzika tradičně rozdělovala svět na částice (elektrony, kvarky...) a pole (gravitaci, elektromagnetické a nukleární). Oni však navrhnou přidat třetí entitu, takzvaný kvantový potenciál. Funguje jako nehmotný éter a slouží k řízení fotonu způsobem, který lze přirovnat k dálkovému řízení letadla rádiovými signály. Všechny kvantové účinky nese toto informační pole.

Kvantový potenciál má neobvyklé vlastnosti. Za prvé, kvantový potenciál „nenutí“ objekty k akci, ale formuje jejich pohyb tak, že strukturuje realitu prostřednictvím své vlastní formy. Protože nevyvíjí žádnou sílu, nedá se přímo zachytit fyzikálními prostředky; jeho přítomnost můžeme změřit pouze nepřímo. Za druhé, kvantový potenciál je neustále citlivý na všechny změny v uspořádání experimentu, dokonce na velmi vzdálené. Tato druhá vlastnost se nazývá *nelokalita* a je základním rysem všech současných diskusí o kvantové teorii, ať ji vede Bohm nebo kvantoví realisté. K tomuto pojmu se ještě vrátíme a budeme se jím zabývat podrobněji. Bohmova a Hileyova teorie nám nabízí lákavou možnost představovat si pohyb částice tak, jak jsme to dělali vždycky, ale musí se za to platit. Cenou je zavedení určitého druhu „strašidelného“ pole nebo nehmotného éteru — nelokálního kvantového potenciálu.

Můžeme chápat foton jako neklasický, kvantový objekt a vzdát se všech smysluplných výroků o jeho historii, nebo spolu s Bohmem a Hileyem můžeme zase jednou zabydlet prostor nějakým novým kvantově mechanickým, nelokálním éterem. Jeden pohled umísťuje kvantový charakter skutečnosti do skrytého prostředí (Bohm/Hiley), zatímco druhý ho integruje do samotného fotonu. První je určitým typem dualismu, druhý monismu. Ale oba pohledy trvají na tom, že svět není takový, za jaký jsme ho kdysi považovali. Jeden pohled se vzdává historie ve prospěch „kvantové reality“, druhý zavádí nový „implikátní [nezjevný, svinutý — pozn. překl.] řád“, jak to nazývá Bohm, v němž je naše skutečnost pouze částečnou projekcí.

Kvantové jevy ukazují svět, alespoň na atomární úrovni, naprosto odlišný od světa obývacího pokoje s jeho pohovkami a křesly. Jeho struktura je jiná, jeho řád neznámý; ale tím vším není méně reálný. Všechna konceptuální schémata, ať jakkoliv odlišná, se musí vyrovnat s údaji arche- typálního kvantového fenoménu. Pro moji mysl je proto méně důležité, kterou teorii pokládáme za pravdivou, než *vidět*, co všechno mají společné. Každá ukazuje z různého směru na společné jádro.

Když se procházíme okolo Michelangelova *Davidy*, vidíme ho z různých stran. Studium Michelangelova života, studium jeho současníků a jejich soch si rozšiřujeme dráhu kolem *Davidy*. Když se učíme vidět očima druhých, neměli bychom se (jako Einstein) držet svých vlastních pohledů spíše než upínat se k jednomu „pohledu“? Týká se to také kvantových jevů. Měli bychom se pohybovat mezi každou teorií, každou interpretací, měli bychom se učit vidět jejich očima. Každá teorie na starém řádu odhalí jiný nedostatek a nabídne určitou specifickou nápravu, která odhalí právě tolik o autorovi jako o kvantu. Avšak když tímto způsobem kroužíme kolem jevu, stane se něco naprosto nádherného. Změníme se. Vidíme *Davidy* nebo kvantový jev novými očima. Teorie se stávají *pomůckami reflexe*, jak by je nazval Coleridge, nikoliv kodifikací pravdy. Teorie se příliš rychle stávají idoly, a stojí tak v cestě našemu vnitřnímu zraku, místo aby ho vylepšovaly. Když se pohybujeme mezi konkurenčními pohledy, osvobozujeme se od tyranie jednostranného vidění a podobně jako indiánský bůh Varupa vidíme celý svět tisícem očí.

Jak tedy vypadá základní porozumění světlu nabízené kvantovými jevy? S odpovědí jsme už začali, ale abychom ji dokončili, budeme muset kroužit ve větší vzdálenosti od sochy. Nástin se už stává zřejmý. Pojmy jako historie, místo a identita bude třeba přepracovat, ale abychom jim lépe porozuměli, potřebujeme prostudovat jiné kvantové jevy. Doposud jsme zkoumali pouze jednotlivý foton, kvantové efekty; nyní je čas postoupit dále k dvojitému fotonu a mnohočásticovým jevům, abychom rozšířili svou oběžnou dráhu při utváření nových schopností našeho vnitřního zraku.