

## Mnohasvětová interpretace kvantové mechaniky a dekoherence

15.11.2005

Následující text je úryvkem z knihy **Nový kvantový vesmír**

Řada fyziků navrhla nové „interpretace“ kvantové mechaniky, které usilovaly o konzistentní vysvětlení problému měření a o pochopení redukce vlnové funkce. Snad nejbizarnější návrh předložil Hugh Everett ve své doktorské práci z roku 1957. Přestože Everett byl studentem Johna Wheelera na Princetonské univerzitě, měl dokonce i Wheeler první pracovní verzi této doktorské práce za „stěží srozumitelnou“. A přestože si byl Wheeler jist, že práce obsahuje velice originální myšlenku, považoval za prozíravé napsat k Everettově práci vlastní doprovodný článek, aby byla pro zkušební komisi „stravitelnější“. Everettovu nápadu bylo věnováno jen málo pozornosti, dokud o deset let později Wheelerův kolega Bryce DeWitt nenapsal článek popisující Everettův návrh jako „mnohasvětovou interpretaci“ kvantové mechaniky. Když při měření kvantové superpozice použije pozorovatel nějaký klasický měřicí přístroj, potom je z pohledu tradiční kodaňské interpretace ve skutečnosti realizován pouze jeden z možných výsledků. Tento záhadný měřicí proces nějak způsobí redukci všech možných výsledků na onen jediný pozorovaný výsledek. Everett a DeWitt tento problém odstranili úžasně odvážným způsobem – tvrdili, že realizovány jsou všechny možnosti, ovšem každá z nich v jiné kopii vesmíru. Navíc se podle DeWitta každá z těchto kopií vesmíru sama o sobě neustále množí tak, aby se mohly uskutečnit všechny možné výsledky každého měření. Jak říká DeWitt, „každý kvantový přechod, k němuž dojde na kterékoliv hvězdě, v kterékoliv galaxii, kdekoliv ve vzdáleném koutě vesmíru, rozděluje náš lokální svět do myriád kopií“. Podle této představy žádná redukce vlnové funkce nenastává – vesmír (univerzum) je nahrazen „multiverzem“ paralelních vesmírů.

Přes svůj značný půvab přináší tato představa několik problémů. Především, pokud spolu tyto oddělené vesmíry nemohou vzájemně interagovat, není vůbec jasné, jestli existuje nějaký způsob Everettovu myšlenku otestovat. Řešení problému měření, které nedává žádné předpovědi a které nelze testovat, působí bezobsažně. Dokonce i John Wheeler nakonec dospěl k závěru, že Everettovo stanovisko umožňuje pouze nový náhled na věc. Při pokusu o podrobnou formulaci této teorie by se také mohly vyskytnout vážné problémy. Feynmana znepokojovalo, že v každém z těchto odlišných vesmírů jsou podle všeho kopie každého z nás. Každý z nás ví, jak se svět dělil z našeho hlediska, a můžeme sledovat svou minulou dráhu. Když pozorujeme stopu, kterou jsme v minulosti zanechali, je výsledek stejně „reálný“, jako by byl, kdyby toto pozorování prováděl „vnější“ pozorovatel? Navíc přestože sami sebe můžeme považovat za vnější pozorovatele, když se díváme na zbytek světa, obsahuje zbytek světa pozorovatele, kteří pozorují nás. Shodneme se s nimi vždy na tom, co vidíme? Jak říká Feynman, „jde o velmi divoké spekulace, a kdybychom se o nich stále dohadovali, moc užítku by to nepřineslo.“

I Johna Bella zneklidňovaly důsledky mnohasvětové interpretace. Everett i DeWitt popisují větvení vlnové funkce do mnoha různých vesmírů jako strukturu podobnou stromu – budoucnost dané větve je nejistá, ale její minulost nikoliv. Bell byl přesvědčen, že na mikroskopické úrovni tato teorie „nespojuje konkrétní větev v přítomném okamžiku s žádnou konkrétní větví v minulosti o nic víc než s kteroukoliv konkrétní větví v budoucnosti“. Podle jeho názoru neexistuje v Everettově teorii žádná souvislost konkrétní přítomnosti s kteroukoliv konkrétní minulostí. Neexistují tudíž žádné trajektorie a konfigurace světa včetně nás se proměňuje naprosto nespojitě. Jak je potom možné, že nám připadá, že se svět mění poměrně plynule? Podle Bellova výkladu Everettových myšlenek vzniká tato spojitost díky našim vzpomínkám, které jsou jevy odehrávajícími se v přítomnosti. Bell tuto situaci přirovnává k jedné teorii stvoření vesmíru, která prohlašovala, že svět byl stvořen roku 4004 před našim letopočtem. Hromadící se poznatky o struktuře Země, které nasvědčovaly tomu, že svět existoval podstatně déle než jen po tuto dobu, nepředstavovaly pro skutečné věřící žádný problém. Poukazovali na to, že Bůh samozřejmě v roce 4004 př.n.l. vytvořil již rozeběhnutý podnik: stromy měly letokruhy, i když neuběhl odpovídající počet let, horniny byly typickými horninami a některé z nich by se vyskytovaly ve vrstvách a obsahovaly fosilie – fosilie bytostí, které nikdy nežily. Bellův závěr k Everettově teorii zní: „Kdybychom takovouto teorii brali vážně, bylo by skoro nemožné brát vážně cokoliv jiného.“

Navzdory těmto a dalším otázkám má mnohasvětová interpretace – někdy označovaná jako

multiverzum – trvalou popularitu. Může se také pochlubit podporou několika významných fyziků včetně Davida Deutsche a Stephena Hawkinga. Deutsch navrhuje obměnu mnohasvětové interpretace, v níž počet světů – byť je velmi vysoký – již dále nenarůstá. Domnívá se též, že tuto teorii je možné testovat. Jeho test je založen na kvantové interferenci, kdy se dva kvantové stavy vyvíjejí po určitou dobu odděleně a potom se znovu spojí. Celý systém pozoruje umělý mozek používající nějaký druh mikroskopické kvantové paměti. Tento mozek se tedy rozdělí do dvou kopií v různých světech. Deutschův test pak „spočívá v pozorování interferenčních jevů v mysli tohoto umělého pozorovatele“. Těmto spekulacím se již nebudeme dále věnovat.

Méně extravagantní a poněkud všednější pokus o vyřešení problému měření je známý pod jménem „dekoherence“. Tento přístup tvrdí, že kvantové systémy nemohou být nikdy zcela izolované od vnějšího prostředí a že Schrödingerovu rovnici je třeba použít nejen na daný kvantový systém, ale také na okolní kvantové prostředí, které s ním interaguje. Ve skutečném světě bude „koherence“ kvantového stavu – křehké fázové vztahy mezi různými částmi kvantové superpozice – rychle ovlivněna interakcemi se zbytkem světa mimo tento kvantový systém. Wojciech Zurek, jeden z předních stoupců tohoto „dekoherenčního“ přístupu k problému měření, říká, že kvantová koherence „odkapává“ do okolního prostředí. V uplynulých letech jsme podle něj byli svědky rostoucí shody názorů v tom, že právě interakce kvantových systémů s okolím náhodně mění fáze v kvantové superpozici. Zbývá nám jen obyčejný nekvantový výběr mezi stavy s klasickými pravděpodobnostmi bez jakýchkoliv zvláštních interferenčních jevů. To vypadá jako velice prozaický konec problému kvantového měření! Jak k tomu dochází? Dává dekoherence vlivem okolního prostředí skutečně odpověď na všechny otázky? Podívejme se na pokus, který prý přistihl dekoherenci stavů „Schrödingerovy kočky“ přímo při činu.

Serge Haroche a Jean-Michel Raimond, kteří se svou výzkumnou skupinou pracují v Paříži, nedávno uskutečnili fascinující pokusy podporující představu dekoherence. Tyto experimenty zahrnují tři různé objekty, které spolu mohou interagovat – kvantový systém, „klasický“ měřicí přístroj a okolí. V jejich pokusu je kvantový systém tvořen atomem, který může být připraven v jednom ze dvou různých stavů. Experimentátoři kvantový stav tohoto atomu změří tak, že jej vstříknou do dutiny a elektromagnetické pole v „dutině“ použijí jako klasický „ukazatel“. Co se stane, pokud atom připravíme v kvantové superpozici dvou stavů? Jestliže na dutinu pohlédneme jako na další samostatný kvantový systém, zjistíme, že údajně klasický ukazatel by teď měl být ve stavu „Schrödingerovy kočky“ – v kvantové superpozici dvou klasických stavů „ukazatele“. Schrödingerův myšlenkový pokus pouze poukázal na podivnost této situace tím, že jako klasický ukazatel použil kočku. Jak se tomuto zdánlivému paradoxu vyhneme? Podle představy o dekoherenci musíme vzít v úvahu také nevyhnutelnou vazbu mezi ukazatelem a okolím. Ukazatel – neboli dutina – je neustále náhodně bombardován fotony, molekulami vzduchu a tak dále, které představují „okolí“. Modely tohoto náhodného procesu jakožto třetího kvantového systému ukazují, že velmi rychle dojde ke ztrátě veškerých informací o fázi obou původních atomárních stavů a jim odpovídajících poloh ukazatele. Předpokládá se, že v případě běžných klasických měřicích polí složených z mnoha fotonů by k této dekoherenci mělo dojít během neměřitelně krátké doby. Haroche a Raimond dokázali dekoherenční dobu tohoto systému zaznamenat a změřit, když použili jako ukazatel pole, které se skládalo pouze z několika fotonů. Dosáhli toho tak, že po uplynutí různě dlouhé doby posílali do dutiny po prvním atomu ještě atom druhý a měřili interferenční jevy, které závisejí na tom, jestli je vlnová funkce prvního atomu stále ještě koherentní. Na základě pozorování útlumu těchto interferenčních jevů v závislosti na zpoždění mezi průchody prvního a druhého atomu dutinou tvrdí, že „přistihli dekoherenci při činu“!

Einsteinův problém s Měsícem lze „vysvětlit“ pomocí podobného argumentu o dekoherenci. Měsíc není inertní systém – nejen že jeho jednotlivé molekuly neustále interagují se svými sousedy, ale také jeho povrch je neustále bombardován částicemi a zářením přicházejícím hlavně ze Slunce. Koherence jakéhokoliv stavu typu Schrödingerovy kočky by v případě Měsíce byla těmito neustálými interakcemi rychle zničena. Podle takovýchto argumentů o dekoherenci si můžeme být jisti, že Měsíc přece jenom na obloze je, dokonce i když se na něj nedíváme. Bombardování slunečními fotony je dostatečně silné, aby představovalo měření a zničilo veškerou kvantovou koherenci.

Uspokojily by tyto argumenty o dekoherenci Johna Bella jako vysvětlení problému měření? Nejspíš ne! Jako kvantový systém jsme popsali nejen pozorovaný kvantový systém, ale i měřicí přístroj. Kvantová vlnová funkce tohoto kombinovaného systému bude superpozicí stavů odpovídajících různým

klasickým stavům měřicího přístroje stejně jako v experimentu, který uskutečnili Haroche a Raimond. Argument o dekoherenci říká, že musíme vzít v úvahu i okolí jakožto třetí kvantový systém interagující s naším měřicím přístrojem. V důsledku toho rychle dojde k náhodnému rozházení fází a kvantová superpozice bude ve skutečnosti redukována na součet různých možných výsledků s klasickými pravděpodobnostmi. Bell v tomto přístupu viděl dva problémy. Zaprvé se všechny kvantové stavy – stav systému, měřicího přístroje i okolí – vyvíjejí podle Schrödingerovy rovnice. Matematicky není možné, aby se v důsledku tohoto vývoje koherentní kvantová superpozice změnila na nekoherentní součet pravděpodobností. I když je jistě pravda, že konkrétní měření, která se obvykle rozhodneme uskutečnit, vykazují jen malou či žádnou kvantovou koherenci, Bell tvrdí, že v principu neexistuje nic, co by nám zabránilo uvažovat o odlišných typech měření, u nichž by toto neplatilo. Jak kdysi řekl:

Jelikož nám v principu nic nebrání v úvahách o libovolně složitých pozorovatelných veličinách, nelze mluvit o redukci vlnového balíku. Zatímco pro libovolnou pozorovatelnou veličinu lze nalézt dobu, během níž je tato nechtěná interference tak malá, jak si přejete, pro libovolný čas lze nalézt pozorovatelnou veličinu, pro kterou je tato interference tak velká, jak si nepřejete.

Podle Bellovy představy by měl libovolný mechanismus vysvětlující tuto redukci platit i pro malé systémy a neměl by spoléhat na „zákony velkých čísel“. Další problém se týkal samotného měření. I když přijmeme myšlenku, že dekoherence redukuje daný problém na pravděpodobnostní výběr mezi různými výsledky, dekoherence nám nijak neříká, jak je kteréhokoliv konkrétního výsledku dosaženo. Bell souhlasil s tím, že měření v kvantové mechanice jsou reálná, měl však silný pocit, že pokud nebudeme „přesně vědět, kdy a jak nabývá [redukce vlnové funkce] vrchu nad Schrödingerovou rovnicí, nebudeme mít přesnou a jednoznačnou formulaci naší nejjednodušší fyzikální teorie“. K tématu měření v kvantové mechanice toho je možné říct ještě mnohem víc. Velcí fyzikové z doby počátků kvantové mechaniky, například John von Neumann a Eugene Wigner, dokonce prohlašovali, že právě vědomí pozorovatele je onou fundamentální příčinou redukce vlnové funkce. Rudolf Peierls prosazoval přístup založený na vědomostech a informacích. Roger Penrose je přesvědčen, že redukce vlnového balíku je způsobena kvantovou gravitací. Robert Griffiths, Murray Gell-Mann, James Hartle a Roland Omnes zastávají opět jiné stanovisko a raději tento problém popisují pomocí „kvantových historií“. V našem stručném výkladu o problému měření jsme se této debaty pouze letmo dotkli. Doufáme, že tato rozmanitost názorů čtenáře nevystraší – naopak by jej mohlo povzbudit, že mezi těmito velkými fyziky panují takové zjevné rozpory! Kvantová mechanika dosud není uzavřenou kapitolou a 21. století nám možná přichystá ještě pár překvapení.

Tento text (+ obrázky, schémata a grafy) je úryvkem z knihy **Nový kvantový vesmír** Tony Hey, Patrick Walters: Nový kvantový vesmír, Argo a Dokořán, Praha, 2005, <http://argo.kosmas.cz/detail.asp?id=126447>  
<http://www.dokoran.cz/index.php?p=book.php&id=188>

Anotace vydavatele:

"Poutavý a zasvěcený úvod do jedné z nevlivnějších teorií 20. století určený laikům a založený na příkladech z každodenního života. Máme před sebou knihu, jež na základě středoškolských znalostí dokáže pomocí v podstatě nematematického výkladu zprostředkovat vhléd do základních principů, jimiž se řídí kvantový svět. Autoři se zabývají rovněž oblíbenými kvantovými paradoxy a dávají čtenáři na výběr několik možných vysvětlení. Důležitost kvantové teorie vysvětlí i v souvislosti s nadcházející nanotechnologickou revolucí, která bude zřejmě v tomto století určovat směr rozvoje technologií a spolu s kvantovou kryptografií a kvantovými počítači se přiblíží až na samou hranici snů z oblasti vědecko-fantastické literatury, jíž ostatně autoři vyhradili celou jednu kapitolu v závěru knihy. Srozumitelný a živý výklad je doprovázen četnými pečlivě zvolenými fotografiemi a přehlednými diagramy. Tato působivá a propracovaná kniha je nepochybně čtivým dárkem pro všechny zájemce o tajemnou a lákavou kvantovou teorii."

**Název:** Zephir

**Datum:** 23.11.05 09:43

**Autor:** Navrátil

Pokud řeknu : „...A nesouhlasím s tím, že by vesmír „měl“ dvě věci a) časoprostor + b) síť v níž se časoprostor šíří.“ A Vy na to odpovíte logický nesmysl :“ Proč nesouhlasíte? Aby si s vámi lidi povídali?“ pak je těžké dál odpovídat, protože v další dia-logu nastanou dva monology : já o koze ty o voze. Přesto,.. dobrá, na Vaší otázku ( proč nesouhlasím ) odpovím : mé právo nesouhlasit s názorem vychází z mé povinnost dovolit vám Váš názor – a ten jste řekl, - já nesouhlasil.

**Název:** Re: Navratil

**Datum:** 19.11.05 22:06

**Autor:** Zephir

//.. nesouhlasím s tím, že by vesmír „měl“ dvě věci a) časoprostor...

Proč nesouhlasíte? Aby si s vámi lidi povídali?

<http://www.scienceworld.cz/sw.nsf/0/72EEF9DC1AE33567C1256E9700489C18>

**Název:** Zephir

**Datum:** 18.11.05 16:30

**Autor:** Navrátil

S prvním odstavcem bych souhlasil bez výhrad a bez protinázorů.

V druhém odstavci nerozumím větě : „Pak je možný, že vlna časoprostoru kmitající jedním směrem se šíří takovou sítí do značný míry nezávisle od ostatních...“ ... čeho ostatních sítí ? časoprostoru ? A nesouhlasím s tím, že by vesmír „měl“ dvě věci a) časoprostor ; b) síť v níž se časoprostor šíří. Jinak souhlasím, že „jiné světy“ jsou ulítlé hypotézy ... to už spíš bych jaksi spekuloval nad tím, že v „univerzálním vesmíru“ by mohly existovat různě modelované časoprostory z těchže veličin „do sebe vpasované“ a pak by takové různé „modely“ stavů časoprostoru mohly se projevat jako „nezávislé světy“ v jednom vesmíru z těchže artefaktů ... = multizvlněný časoprostor světa “R” se proplétá v multizvlnění časoprostoru světa “D” jako se proplétají „ve vzduchu“ vlny televizní s vlnami od mobilů .  
Zatřetí : domněnka, že „naše veličiny“ čas a délka, že by mohly být „tvořené“ jako „odrůda“ jiných „nadveličin“ jako je „nadčas“ a „naddélka“ ( ta dělá třídímenzionální prostor ), to je spekulace nevyvratitelná a je mnohem více spekulativní než moje výroba hmoty z dimenzí veličin, ale méně než je Streitova výroba prostoru z času ale méně, než výroba vesmíru z ničeho, či z Boha.

Začtvrté naprosto souhlasím s tím, že v rámci šesti dimenzí vakua ( tj. časoprostoru 3D+3T ) jak si to v něm uděláme takový to budeme ( dvouveličinově ) mít.

**Název:** Teorie mnoha světů a kvantovka

**Datum:** 17.11.05 13:17

**Autor:** Zephir

Z hlediska kvantové mechaniky je teorie mnoha světů jednoduše úlet - nic takového z ní nevyplývá. Kvantová mechanika popisuje vzhled hmotnejch objektů zprostředkovanéj přes

vlny časoprostoru, který samy o sobě dělají další hmotu a ovlivňují tak pozorované objekty. Pořád je to ale jen jeden a tentýž svět, ať už je objekt rozvlákněn do libovolného objemu, pořád se v něm jeho jednotlivé vlny navzájem ovlivňují a jsou připraveny na požádání zinterferovat s vlnami jiného objektu jako jeden celek. Čili obraz naší kvantové fyziky je roztržštěn na hladině do mnoha skvrnek, ale všechny se v dostatečně dlouhodobém měřítku pohybují jedním směrem - a i jinak je na nich vidět, že patří k sobě.

Skutečná teorie více světů vyplývá až z M-teorie, kde je prostor tvořen gravitačními smyčkami - dualitami a membránami jako drátěnka v posteli. Pak je možné, že vlna časoprostoru kmitající jedním směrem se šíří takovou sítí do značné míry nezávisle od ostatních, podobně jako se vzduchem může šířit vysílání více rádiových stanic současně. Pak můžeme náš prostor sdílet s dalšími civilizacemi, pokud jsme vyladěni na určitý pásmo, aniž o tom víme, resp. aniž do nás ta druhá civilizace zasahuje více, než třeba gravitací. Jak ale pomocí změny gravitačního pole poznáme, že kolem nás projelo auto? Těžko, je to příliš slabý efekt.

Podle mě jde ale o ulítlý hypotézy, pozorované počty dimenzí vakua není zatím tak velké, aby se do něj vešel libovolný počet dalších světů v rámci našeho pojetí energie, času a prostoru.

Pokud je samotný čas a prostor tvořen nějakými vlnami nadprostoru a nadčasu, pak tam je možné cokoli, protože tam pochopitelně neplatí ani naše představy o topologii, o které se naše pojmy "energie" a "dimenze" opírají. Čili si myslím, že v rámci šesti dimenzí vakua máme náš vesmír jen pro sebe a jaký si to v něm uděláme, takový to budeme mít.

**Název:** Vyjádření :

**Datum:** 16.11.05 14:13

**Autor:** RobertMichalovic

Ono se špatně vyjadřuje k tomuto problému, když ty myšlenky nejsou vůbec spojeny s matematikou. Celý článek je tudíž čistě metafyzické dogma. (Ovšem představa paralelních vesmírů je velmi lákavá )

**Název:** RE

**Datum:** 16.11.05 10:00

**Autor:** Streit

ANO xb!

NE Rob!

**Název:** to: xb

**Datum:** 15.11.05 17:03

**Autor:** rob

K te první otázce, to je IMHO hlavní problém multiverzu. Ze existují cesty multiversem, kde např. nikdo z dosud narozených lidí nezemřel, nikdo nikdy nehodil na kostce číslo 6 a podobně absurdity. Všechny možné stavy v multiverzu mohou existovat a existují.

**Název:** pár otázek

**Datum:** 15.11.05 16:12

**Autor:** xb

Kam se v mnohasvětové interpretaci ztrácejí pravděpodobnosti jednotlivých hodnot pozorované veličiny?

Jak jde vysvětlení okolním prostředím ve druhé části článku dohromady s růstem entropie ve vesmíru? V uzavřeném kvantovém systému je entropie konstantní. Aby mohla růst, musí být systém otevřený. Ve vesmíru jako celku roste entropie díky kolapsům vlnové funkce, jež nelze vysvětlovat pouze odkazem na okolí experimentu, protože i to je součástí vesmíru.

**Název:** mwi

**Datum:** 15.11.05 12:59

**Autor:** blawo

Pokiaľ viem tak dôvod pre diskusiu o dekoherencii je aj v tom, že superpozícia fakticky nezaniká, teda pozorovaný systém plus okolie je stále v čistom stave, v ktorom bol pôvodný systém. Nejaká superinteligencia by mohla po čase invertovať "veľkú interakčnú maticu" a pôvodná kvantová informácia by sa mohla opäť "materializovať" v koherentnej fázi pozorovaného systému alebo niekde inde. Ak vylúčime existenciu tejto možnosti, napr. pre zjavnú praktickú nemožnosť uskutočniť takýto manéver, môžeme informáciu v okolí považovať za stratenú a urobiť "sumáciu cez stupne voľnosti okolia". Preto sa aj teória enviromentálnej dekoherencie označuje trochu pejoratívne "pre všetky praktické účely".

Možno je to chyba a skutočne ide o principiálnu nemožnosť vytiahnuť informáciu z okolia. Systém ktorý by niečo také dokázal by musel zrejme pracovať s nejakou vnútornou (kvantovou) pamäťou zrejme porovnateľnej či väčšej kapacity ako je počet qubitov okolia, do ktorého pôvodná kvantová informácia presakuje. Vzhľadom na obmedzené možnosti Vesmíru by skôr či neskôr nastala situácia, že pôvodná informácia je superponovaná po nadpolovičnom množstve qubitov Vesmíru a jej sledovanie nie je ani principiálne možné. A zrejme hranica sledovateľnosti leží oveľa nižšie. Pravdu povediac neviem o tom že by sa niekto pokúšal analyzovať tento prípad...

Ad dekoherencia zapríčinená vedomím. No čo tak vedomie zapríčinené dekoherenciou, dekoherencia ako fyzikálny mechanizmus zodpovedný za fenomenálne stavy vedomia? To je 1. plauzibilné vysvetlenie prečo nie je možné fenomenálne stavy vedomia opísať jazykom - pretože sú to práve tie informácie, ktoré boli stratené dekoherenciou 2. vysvetlenie pozorovaného javu že obsah vedomia je striktné klasický, 3. ako jedna z možných fyzikálnych interpretácii vedomia vôbec umožňuje niečo také ako výstavbu overiteľnej teórie vedomia - overiteľných výrokov o prítomnosti a kvalite fenomenálnych stavov vo vedomí rôznych jedincov

V každom prípade indície smerujú k tomu že vedomie  $\Leftrightarrow$  dekoherencia, nech je už dekoherencia príčina či následok

**Název:** Re: Rudys

**Datum:** 15.11.05 12:35

**Autor:** Zephir

Dělání vln kvuliva vibracím je přirozená reakce prázdnoty, proto ti to nevyčítam.

**Název:** Zephir

**Datum:** 15.11.05 11:08

**Autor:** Rudys

Zephire, ty se ku.va s tou tvojí vibrací vakua nase.eš úplně všude. Umíš mluvit taky o něčem jiném??? Mimochodem, asi jsi opravdu genius, když vidíš rybu a klacek v tvé poslední animaci

zde <http://superstruny.aspweb.cz/images/fyzika/wave3d.avi>

**Název:** Dekoherece

**Datum:** 15.11.05 01:35

**Autor:** Zephir

Princip dekoherence lze vyložit jako jednoduchý rozšíření vlnově mechanického modelu o objekt pozorovatele. Pokud je ryba rozptýlena ve vlnách časoprostoru, pak pozorování ryby lze uskutečnit analogicky spuštěním klacku do místa, kde se ryba přibližně nalézá. Jelikož klacek je samozřejmě ve vakuu rozvlněn podobným způsobem, místo kde je ryba určíme tam, kde se zrovna setká a zinterferuje prostorová vlna ryby s prostorovou vlnou toho klacku. Animace vám tu situaci trochu přiblíží ve 3D.

<http://superstruny.aspweb.cz/images/fyzika/wave3d.avi>

Na principu dekoherence jde vysvětlit i koncept světelných vln jako částice - fotonu, pokud si světlo představíme jako vlny na hladině kvantového vakua. Pokud je vlnová délka těchto vln na hladině dostatečně malá, dojde k jejich interferenci s vlnami Brownova pohybu pod hladinou a vzniku vlnových balíčků, přenášející energii fotonu jako hybnost podobně, jako obraz ryby. Ty pak mohou interferovat s vlnami jiného hmotného objektu (Comptonův rozptyl), jako kdyby je tvořila hmotná částice.

Na modelu vodní hladiny jde snadno znázornit jak relativitický tak kvantový jevy současně a představuje tak způsob, jakým lze spojit obě teorie dohromady. Další diskuse tohoto modelu probíhá zde [www.mageo.cz/chatroom/68433](http://www.mageo.cz/chatroom/68433)

**Název:** Mnohasvětová interpretace kvantové ryby

**Datum:** 15.11.05 01:13

**Autor:** Zephir

Podobně jako povrch klidné vodní hladiny není nikdy fyzikálně rovný, protože je zvlněn fluktuacemi Brownova pohybu, časoprostorové fluktuace vakua vytvářejí v prostoru efekt gravitační čočky. Jelikož vakuum je ideálně elastické prostředí, každý pohybující se objekt v něm vytváří podobnou vlnu, jako fábrek vlající ve větru, nebo ryba plující těsně pod hladinou. Rozvlnění vakua pak deformuje obraz ryby podobně jako mihotající se vzduch rozmaže obraz vzdálených předmětů. Obraz ryby na hladině se rozpadne do řady opaleskujících skvrnek.

<http://superstruny.aspweb.cz/images/fyzika/quantum/ryba0.jpg>

Ve vakuu jde analogie vodní hladiny ještě o kousek dále - jelikož každý hmotný objekt je sám o sobě tvořen vibracemi vakua, jeho rozvlnění způsobí rozprostření jejich energie/hmoty objektu do většího objemu, je doslova "rozvlněn v prostoru".

To je v kostce fyzikální podstata jevů kvantové mechaniky. Klasický dvouštěbinový

experiment si můžete vyzkoušet na interaktivním apletu zde.

<http://superstruny.aspweb.cz/images/fyzika/quantum/schrodinger.htm>