

Zdroj : <http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/vakuum/vakuum.html>
G-22

Vesmír jako přerostlá fluktuace vakua

[Fyzika](#) | 19.07.01

Časové asymetrie na kvantové úrovni, které souvisejí s rozpadem kaonu a CPT symetrií, vedou k úvahám o tom, že na **mikroúrovni nemusí platit zákon zachování energie**. Co z toho vyplývá? Protože přes Planckovu konstantu neurčitosti je ene ...

[+ Sdílet](#) [f](#) [t](#) [✉](#)

Časové asymetrie na kvantové úrovni, které souvisejí s rozpadem kaonu a CPT symetrií, vedou k úvahám o tom, že na mikroúrovni nemusí platit zákon zachování energie. Co z toho vyplývá?

Protože přes Planckovu konstantu neurčitosti je energie svázána právě s časem, **nemůže být v malých časových úsecích v intervalech menších než „Planckův čas“** ... vlastně zaručen zákon zachování energie. Díky náhodným fluktuacím čeho ?, co fluktuuje ? vakua ? ... a vakuum je co ? je to „prostý časoprostor“ ! ; znamená to že fluktuace vakua jsou vlastně vznik a zánik dimenzí časoprostoru, no spíš vlnobalíčků z toho časoprostoru, tedy je to „vřící vakuum“, což znamená, že se zde ve vakuu chová časoprostor „chaotický“ v matematickém smyslu křivení dimenzí veličin (dvou veličin a jejich dimenzí), ale v tom chaosu „vyskakují“ stavy jimž se může říkat vlnobalíčky a tyto stavy jsou jakoby zamrzlé, neproměnné, jako vlnobalíčky o charakteristikách co zůstávají stálé. Vřící vakuum je „dynamický stav proměn křivostí“ těch dimenzí toho časoprostoru : vznikají zanikají vlnobalíčky bizarních charakteristik, ale pak některé „zamrznou“ jako neměnný stav ...; kdysi po Velkém Třesku také panoval tento „chaos“, toto „vření“ časoprostoru, tedy tato dynamická proměna křivostí dimenzí a v tomto „prostředí“ chaotických výrobků = vlnobalíčků (jistých konkrétních charakteristik) vyskakovaly některé vlnobalíčky jakožto „trvalé už neměnicí se strukturální sestavy = klony“ a těmi jsou elementy prvopočáteční jako je foton, elektron, (mion, tauon), gluon, neutrino apod. To jsou vlnobalíčky, které v té vřící pění časoprostorové, která mění „živelně“ své stavy, své parametry, své matematické charakteristiky, která „vyrábí“ nespočet chaotických (možná i programových) sestav vlnobalíčků, tak tyto jmenované se) mě z neznámého důvodu) staly neproměnnými ve svém „vlnobalíčkovém tvaru“ a tedy i své charakteristice fyzikální. Prostě najednou se z nekonečných (matematických) možností tvarů-stavů vlnobalíčků „vyčlenily, vyselektovaly jisté vlnobalíčky takové, které už zůstaly v „neproměnném stavu“ (jiné vlnobalíčky „vyskakující“ v té pění možností vznikly a okamžitě zanikli jakousi anihilací). Možná dodnes panuje ve vakuu stále projev dynamického chaosu křivení dimenzí, ve kterém „vznikají-zanikají“ vlnobalíčky a tedy nezůstávají v čase neměnnými, nejsou „vybrány“ do posloupnosti klonů, do posloupnosti takových vlnobalíčků, které „se hodí“ jedné z možných „vybraných“ posloupností od Třesku. Určitě to souvisí s nějakým zákonem, který po Třesku začal „vybírat“ několik prvních „členů posloupnosti“ náhodně, ale pak už nikoliv náhodně, ale každý další člen té posloupnosti se musel „podřídít“ stavu a vlastnostem a schopnostem, a fyzikálně-chemickým „potřebám“ v dané nově se rodící posloupnosti „vybraných“ vlnobalíčků. První klony-vlnobalíčky „vybrané“ jsou možná náhodně, ale pak už

nastupuje jakési pravidlo, jakási zákonitost „vztahů“ vybraných klonů, vztahů fyzikálních, posléze chemických a potom, biologických atd. Posloupnost o které mluvím není dílem „dikce“ Někoho, či Něčeho, je to I N D I V I D U Á L N Í posloupnost, která „se náhodně vybrala“...ovšem po několika krocích „do posloupnosti“ už se musel další krok-pokrok stimulovat, vybírat, korigovat, musel respektovat chování stavů předešlých – vybraných. je možné si jaksi vypůjčit energii z ničeho.

Dokonce i vakuum tedy jaksi **vře energií**, vře progresivními změnami stavů křivení dimenzí Veličin, (což je vlnobalíčkování jakožto jev prvotní, energie jakožto jev druhotný) tj. tvorbou vlnobalíčků. Celých 14,24 miliadr let co Vesmír existuje to vakuum vře, jenže už vyrábí (to vakuum = časoprostor) vlnobalíčky-klony, kteře se nezakotví na oné posloupnosti, která se už od Třesku rekrutovala v té (základní) podobě v jaké se selektivně rekrutovala. má něco na způsob klidové energie a dochází v něm k fluktuacím. **Fluktuace energie** spíše „fluktuace“ časoprostoru, což je dynamika křivení dimenzí a produktem jsou vlnobalíčky (vlnobalíček, který se neuchytí jako klon do posloupnosti stavů je pak „virtuální částicí“) může dokonce vést i ke vzniku páru částice-antičástice. **Z vřícího vakua, „z ničeho“, mohl takovou fluktuací povstat i sám vesmír.** O.K., jak jinak >lépe< může dosavadní poznatky o vesmíru popsat fyzik, který nezná mou HDV ???! Ono „vřící vakuum“ není nic jiného než dynamická proměnlivost křivení dimenzí Veličin (Délky a Času), které „chrlí“ vlnobalíčky jakožto „virtuální páry“ = „vřící vakuum“ = časoprostor na mikroúrovni (možná i jiné páry, které vznikají a hned zanikají), „virtuální“ proto že nejsou vyselektovány do **reálné** posloupnosti „klonů“ (vlnobalíčků - klonů, které se už nemění, už se neproměňují). Ano, Vesmír mohl povstat „takovou fluktuací“ ...ano, vesmír po-big-bangový je stavem „chaosu“ čp na Planckovských škálách tvorby stavů-vlnobalíčků a následně sestavování posloupností změn-proměn křivostí dimenzí, které byly (Vesmírem do vývoje) „vybrány“...; vřící vakuum tedy není „nic“ z kterého by Vesmír vznikal ; vakuum je stav čp kdy před Big-bangem byl ten časoprostor plochý nezakřivený (tedy bez hmoty, bez polí) a po Big-bangu nastala dynamická proměna stavů dimenzí, které se začaly křivit...podle pravidla střídání symetrií s asymetriemi Tato teorie by oproti stávajícím představám měla jednu výhodu: odstraňovala by singularitu, O.K. Ve Třesku nevznikl Vesmír, ale velký třesk je pouze „změnou stavu“ **předešlého na následující** ..., ve Velkém Třesku byl zahájen proces změn symetrií a asymetrií poměrů nejednotkových na dimenzích délkových a časových ; tím se „rozběhlo“ odvíjení času, tok času, protože $v < c = 1/1$, což je nejednotkový poměr ke srovnání jednotkového poměru. K pochopení by se to dalo říci laicky-zjednodušeně-lapidárně tak, že : Po Třesku „vše“, co má menší rychlost než c, to hmotní. Hmotnost je v l a s t n o s t stavu časoprostoru. Singularitu, tedy stav, kdy neplatí/nedávají smysl známé fyzikální zákony. Domnívám se, že nejde o singularitu „matematickou“, ale spíše o akt „změny stavu“, stavu čp **předbigbangového na stav následný pobigbangový.** Právě modely vesmíru **bez singularity** se ve svých posledních pracích hodně zabývá Stephen Hawking. Osobní a poněkud povrchní analogie, která by snad mohla vysvětlit, proč existuje "spíše něco než nic" :-): nicota by byla jako zcela klidná hladina. „Nicota“ by byla jen stavem časoprostoru, ve kterém nejsou pole ani hmota, tedy je to stav nekřivých dimenzí, stav **plochého čp.** Je ovšem pravděpodobnější, že **hladina** (čeho, že ?) bude nějak náhodně zvlněná. Na otázku, proč existuje něco a ne nic, by tedy šlo odpovědět, že **„nic“ je zřejmě nestabilním stavem - a protože v něm neplyne čas,** ano, ve stavu před Třeskem čas neplynul, byl tam časoprostor v jednotkovém stavu $c = 1/1$, resp. $c = 1^3/1^3$ **vlastně pořád existuje něco.** Před Třeskem i po něm. Ale před Třeskem mohl být vesmír také v nestabilním stavu, tedy : Už v tomto stavu Před-třeskovém mohlo existovat pravidlo-zákon o střídání symetrií s asymetriemi, a...a to pak lze kvalifikovat-interpretovat filozoficky do názoru, že toto „něco“ před big-bangové mohlo mít ještě „starší“ stav, stav „Nic“, které se „v Něco“ změnil. Stav „nic“ a „něco“ jsou možná také na posloupnosti vývoje změn, i posloupnosti střídání sym.

s asym.

Původní **idea vesmíru** jako fluktuace vakua by vyžadovala stejné množství hmoty jako antihmoty, Pozor...; po Velkém Třesku nastal krok asymetrie (vstup varianty jedné ze dvou) a to takový, který vedl k této variantě Vesmíru, v níž nastal nejednotkový poměr intervalů na dimenzích a to tento : $v < c = 1/1 \dots$ čili jmenovatel u „v“ je vždy větší než číselník.. Po Třesku mohla nastat i druhá varianta kdy číselník by byl větší než jmenovatel, pak by to byl jiný Vesmír, tedy asi prostor by byl „časor“ a plynula, odtikávala by délka namísto času...(?) ; dnešní stav, dnešní podoba Vesmíru má svou „antihmotu“ za oponou, v sousedním kvadrantu os x,y,z dimenzí. což ve známém vesmíru evidentně neplatí. Naše částice „zaskakují za oponu“ do antivesmíru také jen „kouskem“ své časové existence právě tak jak opačně antičástice vstupují-vyskakují do našeho vesmíru z „existence za oponou“ jen na malý časový interval ... Pokud se však na věc podíváme z hlediska energií, je možné, že celková energie vesmíru je vlastně nulová: kladná "energie hmoty" je vyvažována zápornou gravitací. Skutečně, energie vztažená ke gravitační síle se někdy uvažuje jakoby se záporným znaménkem. **Takže je otázka, zda vesmír je tedy vůbec něco jiného než ono nic :-).** Ne nic, ale stav před Třeskem jakožto „sólo-stav“ se po Třesku mění na dva stavy (symetrické) : svět a antisvět ; oba stavy jsou ve svých kvadrantech 3+3 dimenzí...a náš pozorovatelný svět s hmotou (oproti antihmotě) zahajuje asymetricky v tom „prvním postupovém kroku“, protože mu chybí ta antihmota, která „přešla“ do „vedlejšího“ vesmíru „za oponu“ do sousedního kvadrantu.

Ne nechybí tu antihmota, pouze Vesmír po Třesku řeší **rozdělení** časoprostoru na dvě větve : Svět a Antisvět, (první a druhý kvadrant 3+3dimenzionálního časoprostoru) kde ve Světě je zahájena výroba hmoty, v Antisvětě (ve vedlejším kvadrantu) to je antihmota.

zdroj : <http://www.osel.cz/index.php?clanek=5995>

Vakuum obvykle vnímáme jako úplně prázdný prostor. **Prázdný časoprostor, prostý hmotových artefaktů, částic (i pole je hmotový artefakt)**. Jak už to ale chodí s kvantovými fyziky, podle nich vakuum vlastně vůbec prázdné není. V optice **kvantové teorie pole** vakuum přetéká oceánem **virtuálních částic, které se v párech vynořují do existence a po krátké době opět mizí v nebytí**. Jenže už konečně pochopte co jiného to je „v tom vakuu“ tedy v tom prázdném časoprostoru, než „chaotický stav křivostí mnoha dimenzí délkových i mnoha časových, kde ony „virtuální“ páry jsou ony vlnobalíčky vyrobené vesmírem z dimenzí veličin L a T, a samozřejmě, že když se v toku času „zjeví pár, že to jsou elementy- vlnobalíčky s „protistavbou své struktury“ k zachování rovnováhy-symetrie, tedy nějaké částice a antičástice. (vlnobalíček + antivlnobalíček) Působí to bizarně a nejdřív to byla i mezi věhlasnými vědci jenom taková kuriozita, velmi záhy se ale ukázalo, že tyto kvantové fluktuace vakua mají měřitelné důsledky, jako například Lambův posun spektrálních čar vodíku nebo změnu magnetického momentu elektronu, které dodaly šílené fyzikální fantazii jisté základy reality. **Posun spektrálních čar je v důsledku „pootáčení soustav“**.

Pozoruhodným **projevem kvantových fluktuací vakua** je i slavný Casimirův jev, kdy se k sobě přitahují dvě velmi těsně umístěná rovnoběžná zrcadla nebo jiné desky na první pohled nepochopitelnou silou, která je rozhodně větší, než jejich vzájemná gravitační přitažlivost. **Projevem kvantových fluktuací dimenzí veličin musí být „křivost“ a ta pak hraje úlohu „fyzikálních vlastností“ entit. (vření vakua, vlnobalíčků coby zamrznutých stavů atd.)** Hendrik Casimir ho navrhl v roce 1948 a experimentálně byl poprvé potvrzen v roce 1996, kdy to umožnil technologický pokrok. Jde o to, že mezi deskami vzniká ve srovnání s okolím o něco méně virtuálních párů částic, protože mohou mít pouze takové vlnové délky, že

vzdálenost mezi deskami odpovídá jejich celočíselnému násobku. Jemný rozdíl v množství částic na vnitřních a vnějších stranách desek pak vede k jejich přitahování a podle nedávných výzkumů i k odpuzování. *Fyzikální vlastnosti* jevů jsou projevem „křivosti stavů“ časoprostoru (částice, pole aj.) v jiném vnořeném časoprostoru. (např. plochém který můžeme považovat za „rast pro chování jevů, elementů atd.)



Chris Wilson

Kredit: C. Wilson, Chalmers University

Už před čtyřmi desetiletími vznikl koncept experimentu, při němž **by bylo možné přímo pozorovat virtuální částice z kvantového vakua**. Kovové zrcátko pohybující se relativistickou rychlostí by podle těchto představ mělo být schopné vyvolat dynamický Casimirov jev, při němž by absorbovalo energii virtuálních fotonů a pak ji vyzářilo jako fotony reálné. Proměnit tímhle trikem virtuální fotony na jejich reálné protějšky se ale až doposud nikomu nepodařilo. *Protože foton a antifoton jsou totožné, mají stejný vlnobalíček, jsou symetrické na ose (na stěně mezi kvadranty) symetrie mezi vesmírem a antivesmírem.* Vyrobit zrcátko létající relativistickou rychlostí zjevně není úplně snadné. Zvládl to až tým Christophera Wilsona ze švédské Chalmers University of Technology v Göteborgu, jehož členové vymysleli pozoruhodný trik, kterým nahradili zrcátko letící šílenou rychlostí. Použili totiž speciální zařízení SQUID, čili Superconducting quantum interference device, které je extrémně citlivé na změny magnetického pole. Zároveň nahradili původní kovové zrcadlo supervodivým obvodem, který fungoval jako zrcadlo pro mikrovlny. Se SQUIDem rozkmitali použité „zrcátko“ tak, že vibrovalo 25 procenty rychlosti světla a pak se mohli pustit do ověřování dynamického Casimirova jevu. *Nevím zda tyto „triky“ odhalí podstatu vlnobalíčku, podstatu toho že hmota (potažmo pole) jsou realitami vyrobenými z dimenzí časoprostoru (3+3)*

Jak se lze dočíst v aktuálním vydání Nature, Wilson a spol. nakonec uspěli a pod rukama se jim podle předpokladů objevovaly páry fotonů. *Takže autoři chtějí říci, že pár foton-antifoton zachytit detekovat nelze, ale pomocí triku vyrobený z těch virtuálních foto-antifoton částic dva fotony reálné už detekovat lze. Ano ? Jak se dokazuje že dva reálné fotony pochází z virtuálních párů ? A proč právě fotony? Kvantová mechanika sice praví, že ve kvantovém vakuu dle spousta různých **zdivočelých virtuálních částic**, vše co tu fyzikové básní, nepopírá mou myšlenku o „chaotickém stavu čp“ tedy o vření dimenzí v čp, tedy o „vřícím čp“ tedy o neskutečně chaotickém křivení čp = vřící vakuum coby vřící – křivící se dimenze čp. není ale právě snadné je dostat ven. V zásadě je možné z vakua vyvolávat protony nebo elektrony, vyžaduje to ale příšernou spoustu energie. Vylovit fotony bez klidové **hmotnosti** **hmotnost je svou podstatou „vlastnost“ vlnobalíčku (multivlnobalíčku), vlastnost částice, která se samozřejmě „ p r o j e v u j e „** ...jako tisíce jiných hmotových vlastností všech multivlnobalíčků. Je to zásadní princip, že každá křivost shluku křivých uskupenin dimenzí*

má své specifické vlastnosti, projevuje se těmito vlastnostmi. je oproti tomu snadnější, protože k tomu stačí energie o poznání méně.

Výzkum Wilsona a spol. si okamžitě získal pozornost široké odborné veřejnosti. HDV nezajímá (zatím) nikoho. Předběhla dobu víc než jsem si myslel. Souvisí totiž s řadou zajímavých věcí, například s vývojem kvantových počítačů a samozřejmě přispívá k hlubšímu pochopení samotného konceptu kvantových fluktuací vakua. Škoda, že celý svět odmítá se nad HDV zamyslet. Všechna sci-fi, která kdo kdy na zeměkouli řekl-vyfantaziroval, někoho nějak zaujaly, HDV zatím nikoho ..., až na ty, kteří zuří, že jí vymyslel laik, a mají touhu jí poplivat a zardousit (bez protiargumentů). Skotačení virtuálních částic asi mnoha lidem kazí spokojený spánek to skotačení, respektive ona virtuálnost souvisí s tokem času jedním směrem od Třesku... a já nevím jak bych to popsal k porozumění dobře, tak to popíši aspoň nedokonalým náznakem: V každé částici (i antičástici) (je to totiž ten chumel křivých i zatočených dimenzí, prostě vlnobalíček) jde čas také jedním směrem, ale v jistém místě „na časové dimenzi“ jde čas na malilililinkatý úsek časový zpět proti běžnému toku času. A pokud se pozorovatel nachází v nějaké vytyčené souřadné soustavě a pozoruje „virtuálnost“ vlnobalíčků v toku-plynutí času, pak onen projev 4asových úseček“ které jdou uvnitř vlnobalíčku do protisměru, způsobí ono chování „virtuality“...nějak to má vliv na „vyskakování“ virtuálních párů „na světlo boží“ čili do reality...v realitě jsou časové intervaly Planckovské nejmenší a s nimi se „porovnává“ (pozorovatel nějak je porovnává) onen časový úsek na časové dimenzi který „jde proti času“ proti toku, odvíjení času „normálním“ směrem. Tady je asi nějak ten důvod „virtuálnosti“...částice (i antičástice) prostě „vyskakují“ do reality proto, že pozorovatel (ať už je to kdo chce) porovnává ony časové úsečky dopředného chodu času s úsečkami dozadného chodu času. – Prostě to prozatím neumím popsat správně, lépe. a rozhodně uvítají další objevy. Někteří odborníci se také domnívají, že právě kvantové fluktuace vakua mají co do činění s takzvanou temnou energií, ??? která podle nás pohání zrychlené rozpínání našeho vesmíru. ??? myslím si že je to klam, relativní vjem „pootočeného pozorovatele vůči ??? vůči big-bangu ?? A konečně, popustíme-li oštěž fantazii, což smí jen titulovaní vědci, fyzikové a...a pokud by popustil oštěž fantazii obyčejný laik, tak je navržen a upálen, v mírnější podobě k uvěznění v blázinci. (že blbečku Petrásku, Hálo a všichni vy anonymové kteří jste uráželi a uráželi a uráželi mě za mou HDV...ale protiargumenty poctivé vědecké proti HDV jste neukázali.) kvantovou mechanikou Casimirova jevu by snad mohla být stabilizována červí díra, která by jistě nebyla k zahoení.

Literatura: NewScientist 18. 11. 2011, Chalmers News 16.11. 2011, Nature 479: 376–379, Wikipedia (Casimir effect).

.....
zdroj : <http://natura.baf.cz/natura/2001/6/20010604.html>
.....

zdroj : http://www.aldebaran.cz/bulletin/2011_48_hav.php

Produkce reálných fotonů z vakua není „zadarmo“. Energie na jejich produkci pochází z kinetické energie zrcadla. Lze říci, že vakuum (čili vřící tj. křivící se časoprostor) působí na urychlované zrcadlo brzdou silou, která jej zpomaluje. Pokud si představím ono zrcadlo jakožto „stěnu mezi dvěma kvadranty“ tedy „geometrickou stěnu“ mezi světem a antisvětem v soustavě souřadnic x,y,z v níž může být, jsou 4 kvadranty, tak pak nevím jak bych kvalifikoval-zdůvodnil zde popsanou „sílu“, která „zpomaluje“ v nějaké soustavě (v jednom

či více kvadrantech ??) vřící vakuum s oněmi virtuálními páry...???, kdo je pozorovatelem „stěny“ a virtuálních párů, a té síly ? Dynamický Casimirův jev není jediným možným způsobem, jak zviditelnit virtuální částice. Dalším příkladem může být vypařování černých děr, které teoreticky předpověděl [Stephen Hawking](#) v roce 1974. Zase si v duchu své hypotézy myslím, představuji, že vypařování černé díry je jaksi „porovnávání“ tempa plynutí času v soustavě zvolené (např. Země) s tempem plynutí času „v černé díře“...že jev „vypařování“ tedy „přesun“ hmoty z bodu A do bodů *B*, je v důsledku porovnávání různých intervalů na časové ose, na časové dimenzi, jsou vůči sobě pootočený ty dimenze (osy). Pokud v blízkosti horizontu událostí černé díry vznikne pár virtuálních částic, přičemž se jedna z nich dostane pod horizont událostí, zbývající částice se stane reálnou, protože ona antičástice pod horizontem je reálnou v jiném světě v antisvětě, v sousedním kvadrantu. Virtuální pár, dokud je „párem“, tak je **j a k s i** na hranici mezi „světem“ a „antisvětě“, čili na hranici prvního a druhého kvadrantu, je v takovém uskupení-spojení-propojení svých dvou vlnobalíčků, že to má za následek ono vnímání „virtuálnosti“, vnímání střídání symetrie s antisymetrií těch časových úseček dopředných s dozadními. Pokud se oba vlnobalíčky od sebe vzdálí-oddálí, pak jeden zůstane trvale částicí a druhý trvale antičásticí, ale pozor, antičásticí v tom antisvětě .. a tvoří tak Hawkingovo záření černé díry. Energie na vytvoření reálné částice pochází z černé díry, která se vypařováním postupně zmenšuje. **Horizont událostí tedy také představuje okrajové podmínky je to rozhraní dvou kvadrantů** pro kvantové fluktuace vakua a umožňuje tak virtuálním částicím stát se reálnými. **Asi tu mělo být řečeno, že jen jedna ta virtuální částice se stala reálnou, druhá „spadla“ do díry tj. odešla do antisvěta.**

.....
zdroj :

http://fyzweb.cz/odpovedna/index.php?limit_od=2&hledat=elektromagnetick%C3%A9m

5) Virtuální částice kvantové fluktuace vakua

23.01.2006

Dotaz: Zajímalo by mne, zda mají virtuální částice kvantové fluktuace vakua nulovou gravitační a setrvačnou hmotnost. pokud ano - jak se procentuelně projevuje na celkové hmotnosti vesmíru pokud ne, co tlačí Casimirovy desky k sobě? ([Pavel Ouběch](#))

Odpověď: Velmi obecně pro setrvačné a gravitační účinky je podstatná relativistická hmotnost částice, tj. v podstatě energie. **Tedy například foton, který má sice nulovou klidovou hmotnost, ale nenulovou energii a tedy relativistickou hmotnost** "padá" v gravitačním poli. Pokud takový foton vytvoří virtuální elektron-pozitronový pár, pak díky zachování energie gravitační efekty působící na pár budou stejné, jako na původní (a posléze pokračující) foton. Gravitační účinky na jednotlivé členy páru nelze jednoduše předpovědět, neboť přes vnitřní rozdělení energie (a hybnosti) virtuálních částic se integruje, tj. berou se v úvahu všechny možné realizovatelné situace, navíc s tím, že **pro virtuální částice nemusí být splněna relace $E^2+p^2=m_0^2$** . V silném poli může docházet k zajímavým jevům, např. k produkci reálných částic (jak v elektromagnetickém poli, tak pravděpodobně v gravitačním - tzv. Hawkingovo záření z černých děr. Tyto jevy ale je třeba seriózně počítat v rámci kvantové teorie pole.

Kvantové efekty zpestřující život každé částice však přispívají k její hmotě - k té, kterou měříme v experimentech. Tj. příspěvek virtuálních částic už je započten ve hmotě částic. S Casimirovým efektem tohle ale vůbec nesouvisí: Casimirův efekt je způsoben tím, že

- kvantované pole ve vakuu má svou strukturu, není prostě nula
- vakuová konfigurace elektromagnetického pole mezi dvěma vodivými deskami je jiná,

než prostě vakuum od nevidím do nevidím. Tento rozdíl vede k přitažlivé síle, aniž by bylo možné jednoduše odhadnout i třeba jen to, zda je přitažlivá nebo odpudivá.

Jasně vysvětlení Casimirova efektu je v mnohých článcích na webu, stačí do hledače napsat "Casimir effect". Za tento efekt neodpovídá hmotnost virtuálních částí mezi deskami ...

Obecná poznámka k tématu: Prakticky jedinou smysluplnou cestou k pochopení efektu kvantové teorie pole je seriózní studium kvantové teorie pole.

(Jiří Dolejší)

Zdroj : <http://www.vesmir.cz/clanek/fotony-vytresene-z-vakua>

Fotony vytřesené z vakua

[Jan Valenta](#)

Publikováno: Vesmír 76, 34, [1997/1](#)

Obor: [Kvantová fyzika](#)

Vakuum znamená pro většinu z nás prostě prázdno, úplné prázdno. Proto představa, že zatřese-li zrcadly ve vakuu, začnou se řínout fotony, nám zní jako „Oslíčku, otřes se“! Jde ovšem o seriózní závěry kvantové elektrodynamiky – kvantové teorie elektromagnetického pole. Nedávno se vědci pokusili odhadnout množství takto vytvořitelných fotonů a přehodnotili názory o neproveditelnosti takového experimentu (Physical Review Letters 77, 615, 1996, Nature 382, 761, 1996).

Z hlediska kvantové elektrodynamiky není vakuum (kvantové vakuum) absolutní nic bez energie, ale má jistou „nulovou“ energii a hemží se virtuálními fotony, které vznikají a zanikají. Jsou důsledkem kvantových fluktuací, které existují vždy i ve vakuu jen ve vřícím vakuu. Ploché nekřivé časoprostor žádné virtuální částice nevykazuje, neprodukuje. Právě takové „ploché“ nekřivé vakuum se nacházelo jako stav před Big-bangem. Big-bang není „výbuch“, ale zahájení spuštění toku času, a je zároveň zahájením křivení dimenzí veličin a je tedy zahájením „vřícího stavu“ čp, čili onoho „nabitého“ vakua k prasknutí, co plodí ty virtuální páry, a při absolutní nule teploty. (Možná celý náš vesmír vznikl jako obrovská fluktuace metastabilního vakua.) Jak blízko je moje modifikace úvah, jenže je stále plivána, ponižována. Virtuální částice nemohou být detekovány, zřejmě nají uvnitř svého vlnobalíčku „časové úseky“ jdoucí proti toku „normálního“ času kratší než je Planckův čas jdoucí „normálním“ směrem od big-bangu ale mohou produkovat měřitelné reálné jevy, neboť interagují (neenergeticky) s reálnými částicemi. Obě entity tj. částice a antičástice toho páru naráz nereagují s částicemi tohoto světa částicového, reaguje jen jedna část toho páru. Takové interakce vyvolávají např. spontánní emisi ?? !! vybuzených atomů nebo molekul. Přemýšlím nad tím...: chce snad autor říci tímto popisovaným tvrzením, že ony „vybuzené“ atomy a molekuly jsou „novým přírůstkem hmoty“ do stavu vesmíru, tedy do součtu veškeré hmoty 10^{53} kg, která podle vědců vznikla naráz a to jen jednou v big-bangu-v té singularitě ?? Že by ? Anebo chtějí vědci říci, že ve vesmíru hmoty od big-bangu nepřibývá, ani jedna molekula ? a pokud by někde vyskočil pár virtuálních částic a polovina toho páru „vybudila“ nový atom či molekulu čehosi, že někde jinde musí molekula zaniknout aby byl zachován zákon zachování hmoty, stále konstantní množství po dějiny vesmíru ? Jak to vědci myslí ?

Jedno ze známých „kouzel“ kvantové elektrodynamiky je vznik přitažlivé síly mezi dvěma paralelními zrcadly ve vakuu, tzv. Casimirův jev (podle holandského fyzika Hendrixe B. G. Casimira, který jev předpověděl r. 1948, viz rovněž Vesmír [72](#), [147](#), [1993/3](#); Casimirův efekt byl experimentálně potvrzen o deset let později). Příčinou tohoto zvláštního jevu je **porušení kvantového vakua** odražejícím rozhraním. **V bleděmodrém jsem to už popisoval, v duchu HDV** Před 20 lety popsali S. Fulling a P. Davies dynamickou obdobu Casimirova jevu. Odvodili, že jedno zrcadlo nebude **narušovat kvantové vakuum, pokud bude v klidu, v rovnoměrném pohybu, nebo dokonce rovnoměrně zrychlované**. Nerovnoměrně zrychlované zrcadlo ovšem způsobí narušení vakua a vede ke vzniku fotonů z vakua. **Nerovnoměrné zrychlení, dyť to je opět to ona souvislost s křivením čp. (i gravitace je projevem křivosti čp) ..., a stále se tu chodí okolo horké kaše, okolo HDV...** Pro získání měřitelného množství fotonů tímto způsobem by ovšem zrychlení bylo nereálně velké.

Nyní přišli A. Lambrechtová, M-T. Jaekel a S. Reynaud s novou myšlenkou zesílit produkci fotonů z vakua použitím dvojice zrcadel (tedy rezonátoru – dutiny), z nichž jedno nebo obě budou **kmitat s určitou frekvencí**. Výpočty ukazují, že při pohybu s frekvencí řádu GHz (10^9 Hz) a s výchylkou několik nm (10^{-9} m) bude vycházet z dutiny asi 10 fotonů za sekundu a asi 10 fotonů bude uvnitř. Maximální rychlost zrcadla bude jen 1 m/s – podstatně menší než limitující rychlost zvuku v materiálu, z něhož je zrcadlo vyrobeno – ale problém je, jak dosáhnout tak vysoké frekvence pohybu. „Spočítat“ jednotlivé fotony vycházející ven i ty, které zůstaly uvnitř, dnes už není problém (viz glosu „Fotony skutečně jsou“, Vesmír [75](#), [654](#), [1996/11](#)). Aby se zamezilo přítomnosti tepelného záření, bude muset experiment probíhat za velmi nízké teploty a s vysoce kvalitními supravodivými zrcadly.

Hlavní je, že experiment lze zřejmě uskutečnit už při dnešním stavu techniky. Úspěch by byl důležitým potvrzením našich představ o kvantovém vakuu, což by mělo dalekosáhlé důsledky sahající od kvantové mechaniky, teorie relativity až po kosmologii.

Diskuse

žádné příspěvky
[Vstup do diskuse](#) »

.....

zdroj : http://www.skola-esoteriky.cz/dokumenty-clanky/k_zamysleni/energie_z_niceho/energie_z_niceho.php

Energie vakua

Podle holandského fyzika H. C. Casimira je pojmenován efekt, který vzniká, jestliže k sobě postupně přibližujeme dvě rovnoběžně orientované desky. Na tyto desky působí rovnoměrně ze všech směrů kvantové fluktuace vakua. S tím spojený tlak je za normálních podmínek tak málo pozorovatelný, jak málo vnímáme my tlak vzduchu, který na nás působí stejnoměrně ze všech stran. **Kvantové fluktuace si**

můžeme představit jako směsici kmitání (čeho kmitání ?, co kmitá ? ... no přeci časoprostor, tedy jeho dimenze kmitají při „své“ realizaci křivení těchto dimenzí. Když v soustavě souřadnic budeme pozorovat „křivení“ dimenzí, i chaotické, pozorujeme i v určitém promítání i kmitání intervalů časových i délkových.“jako pravidelné kmity) o nejrůznějších kmityčtech právě tak, jako kmitají plynné molekuly vzduchu. S tím rozdílem, že pohyb molekul je projevem teploty hmoty, kdežto kvantové fluktuace jsou výrazem tak zvané energie nulového bodu prázdného prostoru, ale, ale...proč si myslíte že to nemůže být tak jak popisují (ve vylepšené verzi) nikoliv projevem tepla. Jestliže se již zmíněné desky k sobě navzájem přibližují, vytvářejí se mezi nimi tak zvané stojaté vlny a tyto vlny pak již nezpůsobují žádný tlakový účinek na desky. Mezi deskami tedy dochází ke snížení tlaku, zatímco tlak z vnějšku se nezměnil. Tento děj bylo možno změřit, a tak se ukázalo, že i v prostoru „bez záření“ při nulové teplotě dochází mezi deskami k takovým silám. Tyto síly jsou tím větší, čím menší je vzdálenost mezi deskami, protože s klesajícím odstupem působí stále vyšší frekvence. Kdo někdy zkusil na sebe položit dvě rovné skleněné desky a pak je zase od sebe odtáhnout, zná takové síly, ovšem v jiném měřítku a díky působení vzduchu, protože na pohled a omak hladká skleněná deska není v mikroblasti v žádném případě hladká, nýbrž velmi drsná.

Casimirův efekt tedy odkazuje na kvantové fluktuace. Na základě těchto pozorování a teorií byl proveden odhad obsahu energie prázdného prostoru neboli vakua a došlo se při tom k neslýchaně vysokým hodnotám. Objem jednoho čajového šálku by stačil k vypaření všech světových moří. Velikost této energie závisí na tom, do jak vysoké frekvence je myslitelné její využití. Hustota energie (množství energie v objemové jednotce) stoupá s třetí mocninou frekvence, to znamená, že dvojnásobek použité frekvence vede k osminásobné hustotě energie.

Harald Puthoff (USA) je jedním z fyziků, kteří tyto souvislosti zkoumají teoreticky i experimentálně. Napsal mi, že teoretická stránka prací pokračuje dobře, s experimentálními důkazy je to ale obtížnější. Tyto nové teorie se pokoušejí popsat a vysvětlit také fenomén setrvačnosti hmoty a gravitace jako působení pole nulového bodu vakua. Setrvačnost hmoty se projeví, jakmile chceme zvýšit nebo snížit rychlost hmotného tělesa. To nejde bez určité dávky energie. Teorie ukazují, že k interakci s éterem nebo vakuovým polem dochází jen při změnách rychlosti, zatímco nezměněné rychlosti k takovým interakcím nevedou. Tím se možná otevřela cesta k pochopení některých dosud záhadných přírodních jevů.

Setrvačnost hmoty hraje například rozhodující roli při tvorbě vírů v kapalinách a plynech. Vodní víry a větrné smrště se svou intenzitou zadržují neustále podnět k domněnkám, že při nich dochází k dosud neobjasněnému nárůstu energie. Možná nám tyto novodobé teorie o pozadí setrvačnosti hmoty brzy nabídnou možnost pokročit v těchto otázkách dále.

.....
zdroj :

http://forum.lide.cz/forum.fcgi?akce=forum_data&forum_ID=87727&ID_from=64304983&dir=1&auth=

<http://scienceworld.cz/fyzika/vesmir-jako-prerostla-fluktuace-vakua-4397>

<http://hp.ujf.cas.cz/~wagner/popclan/vakuum/vakuum.html>

<http://salvet.blog.idnes.cz/c/283881/Anatomie-tmy.html>

.....
zdroj : http://news.branyvnimani.cz/?article_id=11503

Ruští vědci tvrdí, že ví, jak stvořit hmotu z ničeho

Nedávno publikovaná studie moskevských vědců naznačila způsob, **jak z kvantového vakua vytvořit hmotné částice. Takže nées z ničeho, ale z vakua, což je notoricky známý časoprostor** Na výsledek pokusu si ale musíme nějaký ten pátek počkat, **minimálně do roku 2015. spíš do toho roku kdy už konečně začnou fyzikové bádát HDV.**

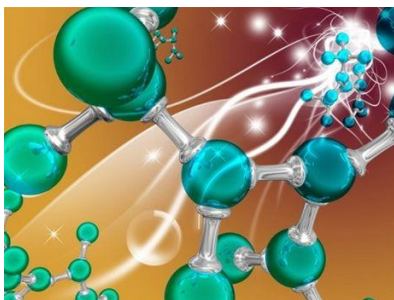


foto: Profimedia

Kvantová fyzika

Vědci neradi hovoří o možnosti získání [energie](#) z ničeho. Takové úvahy totiž vedou k perpetuu mobile, hypotetickému stroji, který nepotřebuje žádný zdroj energie. Jeho existence je ale v příkrém rozporu s [přírodními](#) zákony.

Ale co takhle stvoření hmoty z ničeho? Nebo alespoň z prázdného prostoru, tedy z [vakua](#)? ; **tedy z dimenzí časoprostorových, že ...** Na první pohled se to zdá stejně nemožné, ale mezi vědci se najdou i fyzici, kteří jsou o této možnosti přinejmenším **ochotni diskutovat**. **O HDV nejsou ochotni, možná by byli, kdyby se jí někdo konečně chopil a podal jí trochu víc v smysluplné matematice**. Například Alexandr Fedotov a jeho kolegové z moskevské Národní výzkumné univerzity jaderné fyziky.

Vakuové fluktuace

Ale vraťme se na začátek. Z Heisenbergova principu neurčitosti, jednoho z pilířů kvantové mechaniky, vyplývá, že dokonale prázdný prostor ve skutečnosti vůbec neexistuje. **On totiž Heisenbergův princip neurčitosti je mylně vykládán, respektive je pochopen nedokonale, je mylně či nesprávně pochopen.** → http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/g/g_054.doc

Teoretická fyzika sice termín dokonale vakuum používá, ale má tím spíš na mysli stav o nejnížší možné energii. Jenže ani to není zdaleka úplně prázdné, díky náhodným kvantovým fluktuacím je totiž plné párů tzv. virtuálních částic, jako jsou třeba elektron a pozitron, které v něm neustále vznikají a zase zanikají. **Tyto páry „vyskakují“ z „vřícího“ vakua, tedy z proměnného chaosu křivostí dimenzí veličin.**

Hmota a antihmota

Elektrony jsou dobře známy, tvoří obaly atomů, podílí se na chemických vazbách a jejich uspořádaný pohyb má za následek vznik elektrického proudu. Dokonce je po nich pojmenován celý technický obor – elektronika.

Rovněž o pozitronech už asi většina z nás někdy slyšela, minimálně v souvislosti s nukleární medicínou, konkrétně s jedním druhem lékařského vyšetření zvaného pozitronová emisní tomografie (PET), která našla své uplatnění zejména v neurologii a onkologii.

Pozitrony patří mezi částice antihmoty a mají stejné základní vlastnosti jako elektrony.

Méně známo ale už asi je, že pozitrony patří mezi částice antihmoty. Jejich základní vlastnosti jsou úplně stejné jako u elektronu, až na jejich náboj. Ten [mají](#) na rozdíl od elektronů kladný, proto se o nich též často hovoří jako o antielektronech.

Podobně jako všechny ostatní virtuální částice i elektrony a pozitrony se ustavičně vynořují z kvantového vakua, jakoby z ničeho, a jakmile dojde k jejich setkání, anihilují a ihned zanikají, v podstatě stejně rychle jako vznikly. Celý proces trvá pouhý zlomeček vteřiny.

Mohou ale některé tyto virtuální částice opustit svůj jepičí život a přeměnit se ve skutečné, reálné částice? Někteří fyzici (již zmíněný Fedotov) tvrdí, že za jistých podmínek ano. Touto možností se jako první teoreticky zabýval rakouský fyzik Fritz Sauter v [roce](#) 1931.

Ve své práci na toto téma předpověděl, že dostatečně silné elektrické pole, které by tlačilo obě virtuální částice na opačné strany, by je mohlo zcela oddělit, takže by pak již nemohly vzájemně anihilovat. (Problémem ale je právě vytvoření onoho "dostatečně silného elektrického pole".)

Lasery a elektron-pozitronové páry

V roce 1997 se skupině fyziků pracujících ve Stanfordském středisku lineárního urychlovače (Stanford Linear Accelerator Center, SLAC) podařilo elektron-pozitronové páry vytvořit působením laseru. Ovšem reakce byla velmi slabá, v daném okamžiku došlo vždy k produkci jen jednoho páru částic.

Výpočty ukazují, že k "trvalé" produkci elektronů a pozitronů by byly potřeba mnohem výkonnější lasery. Takovým laserem by ale mělo disponovat zařízení Extreme Light Infrastructure (ELI), což je společný projekt 13 evropských [zemí](#) (včetně České republiky), jehož činnost by měla být zahájena v roce 2015.

Právě do něj vkládá své naděje Alexandr Fedotov, který o možnosti vytvářet reálné částice z fluktuujícího vakua popsal ve své [studii](#) uveřejněné v nedávném vydání časopisu Physical Review Letters.

Pokud vše půjde podle současných plánů, pak za několik [let](#) bude ELI nejvýkonnějším laserem na světě. Jeho plánovaný výkon v plném provozu je 1026 W/cm², což by mělo podle předběžných propočtů, které Fedotov se svým týmem provedl, bohatě dostačovat na vytvoření elektron-pozitronových párů v řetězové reakci.

Podle Fedotova první elektron-pozitronový pár urychlený na velmi vysoké rychlosti vyzáří světlo, jehož fotony vyplodí spolu s ostatními fotony laseru další elektron-pozitronové páry, které vytvoří ještě více fotonů a tak dál a dál, až nakonec dojde k řetězové reakci a skutečně dojde ke stvoření hmoty z ničeho, resp. z kvantového vakua.

Dopis Ondřeje mě a můj dopis Ondřejovi Dvořákovi červeně zpět

Josefe, nic ve zlým...

jen, že sprádat vesmír ze slov majících jen virtuální význam, nebo relativní, to prostě nejde. **Jistě...za 50 let až HDV bude ověřena a uznána, pak tato tvá věta pozbude významu a účinku a oprávnění. Pak...! Zatím je HDV návrh-hypotéza...zatím...a tvá slova jsou víceméně také hypotéza.**

Potřebuješ něco konkrétního, reálného. Něco. Čas je pojem prázdný, **ne, ne !! čas je pojem reálný neprázdný !!!** Pouze my, lidé ho vnímáme dobově-historicky **v pojetí** našich smyslů jak se ony vyvíjely „jako něco neuchopitelného“...; celý vesmír se dá „zabalit“ (anebo rozbalit z) do těchto entit : čas, délka, ...z nich vlnobalíček :elektron, kvark, foton, neutrino, pole ...a je to ! Víc nepotřebuješ (téměř je to vše) aby si zrealizoval „tento Vesmír“...; Čas není prázdný pojem, je pouze našimi smysly těžko uchopitelný pojem. Ona i Délka coby Veličina je těžko uchopitelná a má výhodu v lidských smyslech (oproti veličině Čas) pouze proto, že délka,

coby interval na délkové dimenzi se lépe vnímá pozorovatelům, kteří jsou hmotní. Na hmotném předmětu (mezi hmotnými předměty) se lépe vnímá „délkový interval“ proto, že naše lidská pozice je vůči symetrii jednotek času a délky posunuta o 8 řádů. !, viz rychlost světla, což je právě onen „vesmírný jednotkový poměr“ $c = 1 \text{ m}^* / 1 \text{ sec.}$ (takto ho udělal vesmír jako jednotkový poměr), který my lidé vnímáme v posunu a to jako : $c = 10^8/10^0 = 10^8 \text{metru} / 10^0 \text{sekund}$...; my lidé umíme o osm řádů citlivěji vnímat 11, 23 metru = **11,23 . 10⁰m** než 11,23 nano-nanosekund čili než interval **11,23 .10⁻⁸ sekund** – toto jsou ony jednotkové poměry intervalů, které vesmír jako jednotkové zvolil = realizoval (!) $c = 1 / 1$...pro člověka jsou poměry (pocity poměrů „lidských“) času a délky o 8 řádů posunuty od „osy vývoje“ !!!!! Proto se člověku zdá délkový interval přirozenější než časový interval ...; my se vesmírem posouváme po délkových dimenzích a ukrajujeme délkové intervaly (vnímáme to ?, vnímáme to špatně, pouze pomocí předmětů hmotových) a posouváme se vesmírem po časových dimenzích a ukrajujeme časové intervaly do všech tří směrů, ovšem vnímáme je jako stejné intervaly, $t(1) = t(2) = t(3) = \text{stejný interval}$, přestože v jednom z těch směrů toku času je ten interval malilililnko jinačí, o 8 řádů jinačí

$$t(1) = t(2) \neq t(3) + 2,1 \cdot 10^{-8} \text{sec}$$

a proto ten špatný lidský vjem. My-Zem se posouváme Vesmírem i po třech délkových dimenzích, které jsou také všechny tři stejně velké, ale když se auto na parkovišti rozjede, pak vnímáme změnu, pak vnímáme do jedné ze tří os, že interval je tam jiný....vnímáme to lépe p r o t o ž e je tento vjem vůči vjemu času o 8 řádů citlivější. !!!!!

$$x(1) = x(2) \neq x(3) + 2,1 \cdot 10^0 \text{m}$$

vyjadřuje jenom určité chování systému,nebo jednoduše změnu. **Představ si**, nápodobně že bys do své rovnice místo Času vložil Změnu. Co to je ? a proč to navrhuješ ? za jakým účelem či z jakého důvodu ?, co tím chceš říci ? Na místo veličiny Čas nelze jiného dosadit...něco jiného je „interval na dimenzi časové“, pak bych už mohl o tom polemizovat. Chceš dávat Změně

dimenze? Dimenze Změny X, Dimenze Změny Y, Dimenze Změny Z atd.? Co to je za výplod ? Pokud změníš veličinu Čas za čerta Belzebuba, pak si můžeš do rovnic zadávat Belzebub „x“, Belzebub „y“ a Belzebub „z“ a...a co z toho ? k čemu to povede ? Bude z toho jiný vesmír než je tento a já takový řešit nechci.

Změna, budiž, ale čeho? A vesmír je právě to něco, a Změna v něm je jenom vlastnost toho něca, není to jeho stavební prvek, je to vlastnost, kterou jsme nazvali, asi jako jsme si nazvali horu Říp Řípem. No, konečně chápu ...ano Vesmír je stav Artefaktů a k nim Zákonů-pravidel. Filozofická rovnice zní : $V (\text{vesmír}) = A (\text{artefakt}) \cdot Z (\text{zákon-pravidlo})$. Ano, vesmír nejsou jen entity, artefakty (jako je časoprostor atd.) ale i pravidla-zákony které těmi artefakty „hýbou“. Takže „změna“ nemůže měnit vesmír, může měnit stav artefaktů a možná se mění spíše modifikují i zákony (hmota se mění, vyvíjí – to je změna ; i zákony se mění, vyvíjí to je změna) Ovšem nelze změnou nahradit ani původní artefakty, ale jen je obměnit. A Říp přitom taky není postavený z různých dimenzí Řípu, ale je to nějaká vyvřelina, něco, co nazýváme Říp. Hele...špatný příklad. Vyvřelina jsou chemické prvky či sloučeniny a ty jsou realizovány z vlnobalíčků základních tj. elektron, proton, neutron. – Kapííísto ?

Stavět vesmír z pouhého jména, to děláš ty ! Já stavím vesmír z dimenzí dvou veličin ! čili z artefaktů vesmírotvorných a ze zákonů-pravidel. Takže totální vadná úvaha a vadný protiargument tvůj proti mně, proti mé HDV. HDV není „jméno“ z kterého bych stavěl vesmír...to může říci jen *****. to může jen nejzarputilejší idealista, který se rozhodl upéct bábovku ze snů. Ne, já jí pečů z dimenzí těch nejzákladnějších a nejpoctivějších a nejpravdivějších entit které vesmír mít může → dimenze veličin Délka a Čas. Délka má tři ploché dimenze, Čas taky. Délka (potažmo prostor) a Čas nejsou sny...leđa tak tvé.

Jenže na bábovku je potřeba mouka, vajíčka, cukr apod. A tyto lahodné ingredience jsou postaveny z elektronů, protonů a neutronů a ty jsou „stavem časoprostoru“ čili jsou těmi vlnobalíčky dimenzí času a délky...., kapííísto ? Ne jenom slova. Ty stavíš ze slov, já z dimenzí veličin....a ty jsou všude kolem nás dokazatelné, prokazatelné, pouze se neví jak ony vyrábí hmotu. Já už to vím, ty ne.

Ahoj

Přemejšlej víc. A především se pokus ještě žít 50 let aby ses toho dožil jak bude HDV dokázána, prokázána a bude to největší objev všech historických dob
JN 10.12.2012.

.....
zdroj : <http://astronuklfyzika.cz/AntropPrincip.htm>

Opis názorů RNDr. V.Ullmanna + červený můj doplněk k tomu :

Myšlenka unitární teorie pole je nesmírně hluboká a krásná!

Koncepce unitární teorie pole:

Existuje **jediné**, zcela **základní** a **vše zahrnující** fyzikální pole, což je **stav** časoprostoru, tedy stav jisté křivosti, mnoha křivosti, časoprostoru, (s více jak 3+3 dimenzemi), **kteřý nastal** po Velkém třesku a je „vnořen“ do „rastrového časoprostoru“ (s jen 3+3 dimenzemi), tj. do euklidovského plochého nekonečného časoprostoru, který panoval (sám, bez hmoty a bez polí) před Velkým třeskem. jehož projevem jsou všechna v přírodě pozorovaná pole - gravitační, elektromagnetické, pole silných a slabých jaderných interakcí. Ve světě pak vlastně neexistuje nic než toto pole, které je nositelem všech přírodních jevů a z něhož je všechno složeno - hmotné útvary (částice) jsou jakési místní "zhuštění" tohoto unitárního pole. Časoprostor „holý“ je vlastně jen rastr „pro“ vesmír. Časoprostor zakřivený, to pak je „reálný vesmír“ čili jsou to i fyzikální pole, i hmotové elementární částice. Pan Ullmann mě mluví z duše. On jediný v Čechách je k mé HDV jen kousek, jen malý krok.

Klasický přístup :

materiální částice - základní entity ;

prostor - "jeviště" nebo "aréna" v níž se částice pohybují.

pole - částice kolem sebe vytvářejí pole, a rovněž tak naopak : pole „vytváří“ hmotové částice (kvarky, leptony, intermediální bosony aj.) jakožto vlnobalíčky (vlnobalíčky z dimenzí čp jako už nezměnitelné, neproměnné, říkám jim klony, neměnné struktury z dimenzí čp) které se šíří prostorem a zprostředkovává interakci mezi částicemi.

Obecná teorie relativity:

Materiální částice určují strukturu časoprostoru, časoprostor určuje strukturu částic ...od HDV jen krok.

Dialektika OTR:

Hmota diktuje prostoročasu jak se má zakřivovat, prostoročas diktuje hmotě, jak se má pohybovat. **No, mírně to poopravím : je to obráceně. Prostoročas ukazuje hmotě jak se má zakřivovat = vlnobalíčkovat,**

Částice v unitární teorii pole:

Neexistuje protiklad (rozdíl) mezi materiálními částicemi a polem. Unitární pole je základní entitou - je to souvislé "médiu" rozprostřené všude v prostoru. **Částice = lokální "kondenzace" pole** - koncentrace energie. **Ta kondenzace není nic jiného než „zvlňobalíčkování“ pole do hmotových entit.**

Vznik částice: Utvoří se oblast zhuštěného pole. **Lokální oblast „zhuštění“ pole...no co jiného to může být než zvlňobalíčkování lokálního čp.**

Pohyb částice: Oblast zhuštěného pole se pohybuje v prostoru a v čase.

Zánik částice: Oblast zhuštěného pole se rozplyne - částice se "rozpustí" do vlastního pole. **Vlnobalíček lze (asi) rozplést (?) Složitý vlnobalíček reprezentující atom, pak molekulu, pak sloučeninu (až k DNA) lze interakcemi r o z t r h a t na entity „méně zvlňobalíčkované“, základnější. Takže částice se „nerozpustí“ ale r o z p l é á se vlnobalíček (pokud je složen z „dělitelných“ entit)**

Všechno toto se odehrává vlivem vnitřních zákonitostí evoluce unitárního pole. **Jednou ze zákonitostí kterou už jsem i já pochopil a poznal je střídání symetrií s asymetriemi při „výrobě“ vlnobalíčků a kombinací složitějších vlnobalíčků → evoluce.**

Unitární pole existuje vždy a všude, nikdy ho nelze odstranit. **Ano, existuje, ovšem pouze „po Velkém Třesku“.** Před Třeskem toto pole nebylo. Je nositelem všech přírodních jevů. **Je to "prázdné", z něhož kondenzují materiální částice.** **No paráda...není to „prázdné“ ale samotný časoprostor vícedimenzionální.** Vznik, existence a zánik částic jsou jen formami pohybu (evoluce) pole. **To je málo. Pro vznik a zánik částic nestačí jen „pohyb“ pole. Nutno „nastavit“, „spustit“ ono křivení dimenzí, vlnění dimenzí, vlnobalíčkování dimenzí toho časoprostoru.**

*"Na hmotu se můžeme dívat jako na vytvořenou takovými oblastmi prostoru, v nichž je pole **nesmírně husté**. Pan Ullmann je jen malilinký kousek od HDV. Pole není nesmírně „husté“ ale je nesmírně zakřivené tedy zvlňobalíčkované a to pak je hmota sama. V tomto novém druhu fyziky není místa pro pole ani pro hmotu, protože jedinou skutečností je pole".*

(A.Einstein)

Geometrodynamika:

Unitárním polem je gravitační pole, neboli geometrie (prázdného) prostotočasu ⇒ **veškerá hmota je utvořená z prázdnoty. Ne. Z dimenzí časoprostoru je utvořena hmota.**

Fyzikální vakuum:

Není stavem čiré nicoty, ale obsahuje potencialitu všech forem světa částic. **Ta „potenciála**

NICOTY“ je zákon-pravidlo, které „se zjevilo“ (? neznám důvod proč se „narodilo“ to pravidlo) v tom Velkém Třesku, jev **MOŽNOSTI křivit dimenze**. Pak už stačí „jen“ přidat zákon o střídání symetrií s asymetriema a ...a je Vesmír na světě s celou svou krásou a rozmanitostí. Další zákon-pravidlo „se zjeví“ vzápětí : jak, podle čeho se bude vybírat „člen“ do posloupnosti stavů ?...stavů vlnobalíčků, které budou selektovány do té posloupnosti (tou je i DNA, anebo možná jen DNA) **Vakuum je "živé prázdno" pulzující v nekonečném rytmu vzniku a zániku struktur, virtuálních a skutečných částic.** Chce to pana Uilmanna jen maloučko poopravit : namísto slova vakuum tam dát slovo časoprostor..., namísto sousloví „živé prázdno“ tam dát „dynamicky vřící proměňující se časoprostor, tj. křivící se čp“ ... a je to.

Filosofický vývod: Jelikož i "prázdno" je plné života \Rightarrow neexistuje žádná nicota.

Kvantová fyzika: **Všechno je dynamické** \Rightarrow věci neexistují, existují jen procesy. Pouze naše mysl si vytváří časové úseky v proudu vývoje a nazývá je **věcmi**. Myslím že to nebude pravda, nebude to úplná pravda. Vesmír od svého „rozhraní“ dvou stavů, kterému říkáme Velký Třesk **r e a l i z u j e** věci, tedy „klony“ v tom duchu, v tom smyslu, že realizuje takové vlnobalíčky (strukturální stav zkřivených dimenzí) které už se nemění, jsou to klony...např. Foton, elektron, neutrino, vodík, atd. atd. Toto jsou struktury zvlbnobalíčkových dimenzí, které se už od svého zrodu nemění, je to „klon“, je to výrobek „navěky“ se svými „přidělenými“ vlastnostmi (spin, náboj, parita, atd. jde-li o základní elementy hmoty už nedělitelné.) Pak se ovšem mohou „klony“ spojit a vytvářet atomy, molekuly, sloučeniny až DNA a...a tyto jsou opět **r o z l o ž i t e l n é** na jiné stavy shluků vlnobalíčků – viz chemie.

Je svět subjektivní či objektivní ?

Mikrosvět - kvantová fyzika - nemožnost oddělit pozorovatele od pozorovaných jevů \Rightarrow ?
Struktury a jevy které pozorujeme v přírodě jsou jen výsledkem našeho měření a přemýšlení ?

JN, 09.12.2012

.....

zdroj :

http://technet.idnes.cz/vedci-poodhalili-podstatu-hmoty-jsou-ji-pry-kvantove-fluktuace-vakua-1ku-/tec_vesmir.aspx?c=A081223_142614_tec_vesmir_kuz

Vědci poodhalili podstatu hmoty. Jsou jí prý kvantové fluktuace vakua

27. června 2009

Francouzským, německým a maďarským vědcům se podařilo **s dosud největší přesností spočítat hmotnost protonu**. Výzkumníci při práci narazili na překvapivé souvislosti týkající se **podstaty hmoty**. Podle nich **je za vším třeba hledat kvantové fluktuace**. **Čeho kvantové**

fluktuace ? Což prostě nebude nic jiného než křivení, vlnění, vlnobalíčkování, pění časoprostoru, tedy dimenzí veličin a ty máme jen dvě „Délku“ a „Čas“.

ilustrační foto | foto: Profimedia.cz

Už na základní škole se učí, že hmota se skládá z atomů. Ty se dále dělí na nukleony, tedy protony a neutrony tvořící atomární jádro, a elektrony, které okolo jádra obíhají. Elektrony jsou velmi lehké (hmotnost protonu je asi 1800krát větší než elektronu, neutron je ještě o něco těžší), takže je v dalších úvahách klidně můžeme zanedbat.

Kvarky, gluony a co dál?

Každý proton i neutron je složen ze tří kvarků. Pokud by kvarky existovaly samostatně, což je ovšem za normálních okolností zcela nemožné, příspěvek jejich individuálních hmotností k celkové hmotnosti nukleonu by ale činil asi jen jedno procento. **A to je překvapivě málo.**

Nabízí se tedy otázka: co tvoří těch zbývajících 99 procent hmotnosti? On totiž není časoprostor „zvlňobalíčkován“ jen do entit zvaných kvarky, ale je zvlňen i „v protonu“ **mezi kvarky, dohromady *proton*. Nebo jinými slovy: **co je podstatou** běžné hmoty? Podstatou je vlnění, křivení, vlnobalíčkování časoprostoru. Tento jev je původcem „výroby“ hmoty !!! .. ; tímto způsobem je vesmírem vyráběna realizována hmota : křivením dimenzí časoprostorových kde i čas jich má mnoho... Odpověď nejen na tyto otázky hledal mezinárodní výzkumný tým pod vedením Stephana Dürra z Institutu Johna von Neumanna v německém Jülichu. Jeho primárním úkolem ale bylo provést teoretický výpočet hmotnosti protonu.**

QCD

Podle teorie kvantové chromodynamiky (QCD) **je oněch 99 procent hmotnosti uloženo v energii vazby**, no a co to jiného může být ona „energie vazby“ než „pěnovitý, houbovitý“ časoprostor uvnitř protonu mezi kvarky... která kvarky váže k sobě. Této síle fyzici říkají silná jaderná síla. K tomu aby kvarky v protonu (či neutronu) držely pohromadě, je potřeba lepidlo. **Anebo pěnovitý časoprostor uvnitř protonu reprezentující sílu, potažmo energii, potažmo strukturu časoprostoru tak zvlňenou zpěněnou, která má „hmotný charakter“... To v tomto případě představují gluony, virtuální částice, které silnou interakci zprostředkovávají. ...a tím že interakci zprostředkovávají tím „dodávají“ protonu 99% hmotnosti ???**

Podobně jako jiné virtuální částice gluony neustále vznikají a zanikají, **jakoby** z ničeho, **nikoliv „jakoby“** ale vlněním pěněním dimenzí čp uvnitř protonu, který se chová jako celek „z vnějšího“ pohledu jako elementární částice, tedy vlnobalíček, multivlnobalíček, a to díky kvantovým fluktuacím. **Kvantové fluktuace jsou právě oním pěněním, křivením čp** Ale jak vidno, jejich „existenci“ nelze při výpočtech hmotností nukleonů opomenout, neboť tvoří podstatnou součást silné vazby.

Mřížková chromodynamika

Díky QCD mají vědci k dispozici **základní rovnice** popisující silnou jadernou sílu, jenže zabralo celé dekády, než se jim ve výpočtech podařilo dopracovat se k nějakým smysluplným a reálným číslům. Řešení rovnic je ve většině případů, když ne zcela nemožné, tak aspoň velmi obtížné. **Ano, multivlnobalíček z dimenzí čp je matematicky dost obtížný popsat „prostou vlnovou funkcí“ . Na popis složitých multi-vlnobalíčků bude stačit (v budoucnu po pochopení HDV) „znaková“ řeč symbolů. Nebude těžké jí sestavit. Já už jsem s ní začal.**

Fyzici se ale nutně potřebovali hnout z místa. Naštěstí to netrvalo tak dlouho a po čase spatřila světlo světa **nová výpočetní metoda, tzv. mřížková QCD**. **Sice nevím jak vypadá, ale je to v logice a principu věci právě ona zástupná symbolika „vzorečků“ pro vlnobalíčky reprezentující elementární částice i složitější atomy, molekuly a sloučeniny, až DNA** **Ta hladký časoprostor v nukleonu nahrazuje sítí jednotlivých izolovaných bodů, což umožňuje aspoň přibližnou simulaci problému na počítačích. A sítě či body už skoro reprezentují „označením“ „x“ a „t“ dimenze toho čp a odtud to povede na vlnobalíčky pro každou částici**

Virtuální kvarky nelze zanedbat

S virtuálními gluony vědci sice při kalkulacích hmotností nukleonů běžně počítali, avšak stále opomíjeli jiné důležité **složky vakua**, a sice virtuální páry kvarků a antikvarků. I ty se, stejně jako gluony a ostatní virtuální částice, ustavičně **vynořují z kvantového vakua, aby vzápětí opět mizely v nicotě. To vše je řeč HDV v jiné podobě. To vše spěje k mé HDV, to vše je směr k HDV.** Jejich vliv celou věc ještě víc komplikuje, **proton (a neutron samozřejmě také) už vůbec není tou jednoduchou částicí složenou ze tří kvarků jako na začátku našich úvah, ale složitý propletenec všech možných stavů, které je nutné do výpočtů zahrnout. A opět : krok za krokem se vize fyziků přibližují HDV, hmota a její elementy a pole jsou křivým, zvlněným, zvlbnobalíčkováným stavem časoprostoru na různých velikostních úrovních.**

Uvedeným problémem se zabývalo a stále zabývá několik výzkumných skupin po celém světě. Například tým vedený Christinou Daviesovou z univerzity Glasgow před pěti lety dokázal vypočítat hmotnost mezonu Bc, jenže jejich situace byla přece jen o poznání jednodušší, neboť mezony se skládají jen ze dvou kvarků (přesněji z kvarku a antikvarku).

10 tisíc trilionů

Dürrova skupina se potýkala s mnohem složitějším úkolem, neboť výpočty s virtuálními kvarky představují práci s více než 10 000 triliony čísel. „Na Zemi neexistuje počítač, který by byl schopen pojmout do své paměti tak obrovské množství dat,“ poznamenal před časem Stephan Dürr na serveru časopisu New Scientist. Proto vědci museli k výpočtu použít hned celou počítačovou (paralelní) síť o výkonu 200 Teraflopů.

Nakonec bylo jejich úsilí korunováno zasluženým úspěchem – jimi vypočtená hmotnost protonu se od experimentálně zjištěných hodnot liší o pouhá 2 procenta! To znamená skutečně velký skok kupředu, neboť předchozí pokusy pracovaly s 10procentní chybou.

Teď už stačí jen do výpočtů zahrnout účinky tzv. **Higgsovo pole** ((je jím něco jako jistá „makro-vlnoplocha“ složená z mikro-vlnobalíčků o jisté křivosti...nevím, tak nějak mě vede intuice. a teoretičtí fyzici budou mít, aspoň pokud jde o hmotnosti nukleonů, vystaráno. Jenže tak snadné to jistě nebude, fyziky čeká ještě spousta tvrdé práce. Cesta k poznání nikdy nekončí.

Dürrův tým ale svým počinem zas jednou potvrdil správnost koncepce založené na starém dobrém standardním modelu, jehož nedílnou součástí kvantová chromodynamika je.

Podstatou hmoty jsou kvantové fluktuace čeho ?, no časoprostoru

Jak se ukázalo, do výpočtů hmotností nukleonů je třeba zahrnout i virtuální částice, a to nejen gluony, ale i virtuální kvarky. Andreas Kronfeld z amerického Fermilabu hodnotí přínos práce Dürrova týmu slovy: „Protože jejich přesné výpočty souhlasí s výsledky laboratorních pokusů, nyní už víme, spíš než jen věříme, že původ hmotnosti obyčejné hmoty je v QCD.“ **Původ hmotnosti je v možnosti křivení, v „principu křivení čp“.**

Poukazuje přitom na významný fakt, že „i kdyby hmotnosti kvarků z výpočtů úplně zmizely, hmotnosti nukleonů by se příliš nezměnily.“ Jasně to ukazuje na to, že časoprostor v protonu „uzamčený“ je také stavem „zvlnovaličkovaného čp“ nejen zvlnovaličkované kvarky, a to vždy do jiného originálního provedení, útvaru. To je podle něj jasný důkaz toho, že za existenci hmoty vděčíme především kvantovým fluktuacím vakua. To je podle mě jasný důkaz, že za existenci hmoty vděčíme především principu „křivení, vlnění, vlnobalíčkování dimenzí čp“, kde tyto stavy jsou pak projevem (s projevem) hmotovým.

Zdroje: cordis.europa.eu, www.sciencemag.com, www.newscientist.com

Autor: [Josef Kučera](#)

Kam dál?

Zdroj: http://technet.idnes.cz/vedci-poodhalili-podstatu-hmoty-jsou-ji-pry-quantove-fluktuace-vakua-1ku-tec-vesmir.aspx?c=A081223_142614_tec-vesmir_kuz

Zdroj : <http://www.osel.cz/index.php?clanek=5110>

Podivnosti kvantového světa

O základních pravidlech zvláštního chování platných za hranicí našeho makrosvěta.

Můj komentář někdy později až si udělám víc soustředěného času.

Nedávno se na Oslovi diskutovalo rozhraní mezi kvantovou a klasickou fyzikou. Otázky spojené s filozofickou interpretací kvantové fyziky jsou velice náročné a stále otevřené. Je jich široká škála a některé z nich jsou spojeny s velmi zajímavou oblastí kvantové teleportace a kryptografie, ve které dochází hlavně v poslední době k velmi intenzivnímu rozvoji s příslibem velmi širokých aplikací. Díky pokroku v laserové technice, technologiích optických vláken i detekci jednotlivých fotonů se daří provádět kvantovou teleportaci na stále větší vzdálenosti. To mě inspirovalo k tomu, že by bylo zajímavé napsat pro Osla článek o těchto problémech. Musím však upozornit, že nejsem na filozofickou interpretaci kvantové fyziky

expert a už vůbec ne na kvantovou teleportaci nebo kryptografii, i když jako jaderný fyzik se v praxi s kvantovou fyzikou a jejími důsledky setkávám skoro každodenně. Navíc je hodně problémů v této oblasti velmi těžké objasnit srozumitelně, zajímavě a zároveň korektně a správně. Proto berte tento článek spíše jako podnět k přemýšlení či diskusi a reakci, která by objasnila případné nepřesnosti a chyby, kterých se dopustím. I na internetu je řada článků o této problematice. Každý autor ji osvětluje svým specifickým způsobem. Doufám, že i můj příspěvek bude pro některé čtenáře přínosem v jejich poznávání této oblasti.

Měřitelné a neměřitelné veličiny pro popis reality

Na začátek našich úvah je třeba zdůraznit, že každá vědecká teorie (model, hypotéza) slouží „pouze“ pro popis reality. Tedy není reálným světem, ale pouze jeho popisem. Tento fakt vystupuje zvláště do popředí u kvantové fyziky, kde vlnová funkce, kterou k popisu fyzikální reality používáme, není přímo měřitelnou fyzikální veličinou. To je velký rozdíl oproti klasické fyzice, která stav systému popisuje pomocí přímo měřitelných fyzikálních veličin. Budeme-li mít jednu částici, je její stav popsán v rámci klasické fyziky pomocí její polohy a hybnosti. Obě tyto veličiny můžeme přímo měřit. V rámci kvantové fyziky však stav systému, tedy i zmíněné jedné částice, popisuje zmíněná vlnová funkce, která přímo měřitelná není. Teprve pomocí této vlnové funkce můžeme určovat hodnoty měřitelných veličin. Velice často se však jedná pouze o pravděpodobnost, že v daném místě a čase naměříme dané hodnoty ze souboru možných hodnot příslušných měřitelných veličin. V konkrétním případě nelze říci, jaká hodnota měřitelné veličiny se naměří. Lze jen říci, jaké bude rozdělení pravděpodobnostní výskytu různých naměřených hodnot pro velký počet měření ve stejné situaci.

Některé z měřitelných veličin nemůžeme navíc naměřit současně s velmi vysokou přesností. To se týká právě třeba polohy a hybnosti částice. Jestliže určíme polohu s extrémní přesností, pak hybnost určíme extrémně nepřesně. Vztah mezi neurčitostmi v určení takto spojené dvojice veličin určuje tzv. **Heisenbergův princip neurčitosti**. Ten říká, že součin neurčitostí v měření takto svázaných veličin je větší než zhruba Planckova konstanta (přesněji Planckova konstanta dělena čtyřmi π). Kromě zmíněné dvojice polohy a hybnosti se to týká například i dvojice energie a času.

Důležitým aspektem kvantového světa je i to, že měření z principiálního hlediska ovlivňuje zkoumaný objekt a jedná se o interakci makroskopického měřícího přístroje s mikroskopickým objektem. Při popisu výsledku měření dochází k tzv. **kolapsu vlnové funkce**. Tím je v kvantové fyzice popsán průběh výběru konkrétních hodnot různých měřitelných veličin ze všech možných souborů hodnot. Zároveň tak dojde k tomu, že objekt od okamžiku měření popisuje úplně nová vlnová funkce. A právě s touto oblastí jsou spojeny dvě hlavní otázky filozofické interpretace kvantové fyziky. První se týká **podstaty reality**, tedy otázky, co je realitou, kterou popisuje vlnová funkce. Druhá pak **podstaty měření**, což je otázka, na které úrovni v řetězci od mikroskopického objektu přes makroskopický měřící přístroj k pozorovateli dochází k rozhodnutí výsledku pozorování. Princip této otázky ozřejmuje i známý myšlenkový pokus se Schrödingerovou kočkou, ke kterému se ještě vrátíme.

Než se pustíme dále, ještě bych připomenul, že neurčenost stavu se pochopitelně netýká třeba jen polohy či hybnosti objektu (částice), ale i dalších jeho charakteristik. Připomenu třeba situaci, kterou jsme si popisovali [v článku o oscilacích neutrin](#). Pozorujeme tři různé typy neutrin - elektronové, mionové a tauonové. Vlnová funkce, která jednotlivé typy neutrin popisuje, není čistým stavem, ale směsí (terminologicky správněji superpozicí) tří jiných stavů (označme je jako neutrimo jedna, dvě a tři). Jestliže někde vznikne například elektronové neutrimo, lze je popsat vlnovou funkcí, která je přesně danou kombinací stavů jedna, dvě a tři. Pokud budeme popisovat pohyb tohoto neutrima, bude se podíl jednotlivých stavů měnit. Což je proces oscilací neutrin, který jsme si popsali ve zmíněném článku. Jak moc se bude vlnová funkce lišit od vlnové funkce popisující elektronové neutrimo, závisí na energii neutrima a vzdálenosti, kterou uletělo. Při pozorování nemůžeme vidět neutrima jedna, dvě či tři, ale pouze elektronové, mionové či tauonové. Změna vlnové funkce se tak projeví v tom, že s určitou pravděpodobností budeme pozorovat buď elektronové, mionové nebo tauonové neutrimo. **Při popisu tohoto pozorování tak dochází k projekci vlnové funkce do jednoho ze tří pozorovatelných stavů, což je už zmíněný kolaps vlnové funkce.**

S podobným jevem, který se týkal oscilací neutrálních mezonů K, jsme se setkali [v článku o symetriích](#), který řešil problém, jak mimozemšťanům sdělit, že jsme s hmoty a ne antihmoty a která ruka je levá. V tomto případě se ukazuje, že v procesech probíhajících pomocí silné interakce pozorujeme neutrální K mezony jako K^0 nebo $\text{anti-}K^0$. Přičemž, pokud vznikne v interakci mezon K^0 , jde o stav popsaný jako čistý. V jeho dalším vývoji dochází k oscilacím a stav je popsán jako směs stavu K^0 a $\text{anti-}K^0$. Při detekci pomocí silné interakce tak pozorujeme buď K^0 nebo $\text{anti-}K^0$ s pravděpodobnostmi, které závisí na vzdálenosti detektoru a energii mezonu. To je v případě, že pozorujeme neutrální mezon K při silné interakci. Pokud však pozorujeme vliv slabé interakce na neutrální mezony K, například jejich rozpad, projeví se míchání stavů K^0 a $\text{anti-}K^0$ v pozorování nových částic K_L a K_S . Tedy dvě částice, z nichž K_L má dobu života o několik řádů delší než mezon K_S . Souvisí to s tím, že v silných interakcích se zachovává fyzikální veličina, která se označuje jako podivnost a ve slabé interakci se zachovávat nemusí. Podrobněji je to vysvětleno ve zmiňovaném článku.

Pokusím se o analogii z makrosvěta, ale berte ji pochopitelně s rezervou. Mějme člověka, kterého lze popsat jako směs bílého Karla a černého Andyho. Pokud se na něj podíváme pravým okem, neuvidíme směs, ale vždy buď Andyho nebo Karla. A určitá pravděpodobnost, že ho uvidíme jako Karla, bude i v případě, že se narodil jako Andy. Pokud se však na něj podíváme levým okem, uvidíme buď dlouhověkého Metuzaléma nebo krátce žijícího Jana. A v době, kdy se na tohoto podivného člověka dívat nebudeme, tak si nedokážeme představit, co vlastně je. Je vidět, že z hlediska naší makroskopické zkušenosti je taková vlastnost kvantového světa až absurdní.

Lokální a nelokální popis

Další velmi důležitý rozdíl mezi klasickým a kvantovým popisem světa je rozpor mezi **lokální klasickou fyzikou** (speciální teorií relativity) a **nelokální kvantovou fyzikou**. Co se tím má na mysli. V klasické fyzice platí, že fyzikální procesy v daném místě a čase mohou být

ovlivněny jen ději probíhajícími ve stejném čase a „nekonečně“ malém okolí. Znamená to, že se působení mezi objekty šíří postupně prostorově od jednoho objektu k druhému. Nemůže k němu dojít okamžitě nějakým mimoprostorovým způsobem. Není tedy možné okamžité a bezprostřední působení na dálku. Například, kdyby zmizelo najednou Slunce, Země by se teprve až po zhruba osmi minutách začala pohybovat jinak než po původní oběžné dráze. A teprve v této době by také zmizela záře Slunce z naší oblohy.

Na druhé straně kvantová fyzika je nelokální. Souvisí to i s tím, že v klasickém světě jsou objekty lokalizované a v kvantovém světě objekty lokalizované být nemusí a stírá se rozdíl mezi částicí a vlnou. Jak jsme už zmiňovali, vlnová funkce, která popisuje kvantové objekty tak může být rozprostřena po velmi rozsáhlém prostoru. Navíc může vzájemně svazovat řadu objektů, které se mohou nacházet i velice daleko od sebe. Tím je dáno, že mohou vznikat situace, které popisuje tzv. propletený stav, který si popíšeme v následující části. Při popisu pozorování dochází ke zmiňovanému kolapsu vlnové funkce a tedy výběru pozorovaných veličin. A to najednou ve všech místech prostoru. A tedy v jednom okamžiku se určují měřené hodnoty společně i u velmi vzdálených objektů.

Propletený stav a EPR paradox

Jak už bylo zdůrazněno, popisujeme v kvantové fyzice systém vlnovou funkcí, která není měřitelnou veličinou a teprve její kvadrát definuje pravděpodobnost, že změříme nějakou částici v daném stavu. Taková vlnová funkce popisuje systém komplexně v rozsáhlém prostoru. Můžeme tak mít dvě částice, jejichž stavy jsou vzájemně svázány (třeba nějakým zákonem zachování) a je třeba je popisovat společnou vlnovou funkcí.

[Zvětšit obrázek](#)



Zařízení, kterým se zkoumala možnost kvantové teleportace kvantového stavu iontu vápníku pomocí dvojice zachycených iontů vápníku v tzv. Bellových stavech. (Zdroj: Technovelgy.com)

Velmi často se v tomto případě uvažuje spin, což je kvantová veličina chováající se jako momentu hybnosti. Stejně jako v makrosvětě se musí i v kvantovém světě moment hybnosti a tedy i spin zachovávat. V makroskopickém světě je moment hybnosti vektorem, u kterého můžeme určit všechny jeho tři jeho složky. Jeho velikost může nabývat libovolné hodnoty. V

kvantovém světě je tato veličina opět vektorem, ale lze současně měřit jen její velikost a pouze jednu složku (projekci spinu do jednoho směru). Navíc jsou jeho velikost i měřená složka kvantované. Elementárním kvantem spinu (momentu hybnosti) je známá Planckova konstanta. A v řadě předchozích článků jsem se zmiňoval o rozdílu mezi fermiony, jejichž hodnota spinu je poločíselným násobkem Planckovy konstanty, a bosony, jejichž hodnota spinu je celočíselným násobkem Planckovy konstanty.

Ale teď zpátky k propleteným kvantovým stavům. Necht' jsou vyzářeny dva elektrony. Ať je tato dvojice částic vyzářena s celkovým momentem hybnosti nulovým. Pak musíme díky zákonu zachování momentu hybnosti při libovolném pozorování tohoto systému vždy zjistit celkový moment hybnosti dvojice elektronů nulový. Elektron má velikost spinu polovinu Planckovy konstanty a může mít jen dvě projekce spinu vůči danému směru plus nebo minus polovina Planckovy konstanty (jinak řečeno projekce nahoru nebo dolů). Pokud tedy naměříme projekci spinu do daného směru u jednoho elektronu kladnou, u druhého musíme ve stejném směru naměřit zápornou. Pro každý z dvojice elektronů není projekce spinu definována. Společná vlnová funkce je superpozicí dvou stavů. V prvním má první elektron projekci spinu kladnou a druhý zápornou a v druhém je tomu naopak. Kvadrát této vlnové funkce určuje pravděpodobnost, se kterou zjistíme konkrétní projekci u některého z nich. Jaký stav určíme v každém konkrétním měření u daného elektronu nelze říci. Když však změříme konkrétní projekci spinu u jedné částice, je pak stav druhé přesně a okamžitě definován, ať je v době měření jakkoliv daleko. Dochází k tomu už zmiňovanému kolapsu vlnové funkce.

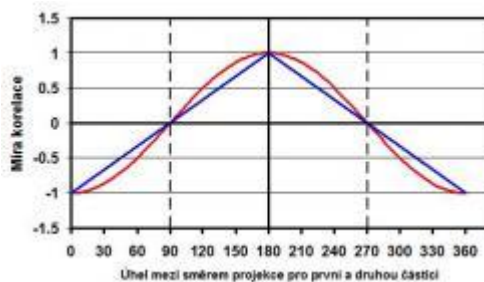
V předchozím odstavci je popsána situace, která se označuje jako EPR paradox (paradox Einsteina, Podolského a Rosena). V daném případě v úpravě, kterou navrhl David Bohm. Albert Einstein, Boris Podolský a Nathan Rosen předpokládali lokálnost a argumentovali, že musí existovat nějaké „skryté“ parametry. Ty by měly již při vyzáření elektronů určovat, který z elektronů bude mít spin nahoru a který dolů. Jinak by se musela informace mezi objekty propleteného stavu přenášet nadsvětelnou rychlostí. Druhou možností, kterou obhajoval Niels Bohr, bylo smíření se s už zmíněnou nelokálností kvantové fyziky.

Lze nelokálnost kvantové fyziky potvrdit?

Rozhodnutí o tom, jestli existují skryté parametry, které sice nedokážeme pozorovat, ale definují naměřené veličiny už při vzniku stavu, nebo je kvantová fyzika nelokální, přinesl experiment navržený Johnem S. Bellem. Ten spočíval zase v měření projekce spinu dvojice elektronů do různých směrů pootočených o nějaký úhel ϑ . Podíváme se tedy na projekci spinu u prvního elektronu do nějakého směru a druhého elektronu na projekci do směru o zmíněný úhel pootočeného. Výsledek měření bude u obou elektronů vždy buď nahoru, nebo dolů. Pokud budou hodnoty projekce do daného směru u prvního elektronu i u druhého projekce do směru pootočeného o zmíněný úhel ϑ obě stejné (buď obě nahoru, nebo obě dolů), dostaneme korelaci a přiřadíme tomuto měření jedničku. Pokud budou opačné (dostaneme antikorelaci) přiřadíme mu mínus jedničku. Pokud změříme pro každý úhel spoustu případů a uděláme ze získaných sérií mínus a plus jedniček střední hodnotu, dostaneme v závislosti na úhlu ϑ různé hodnoty v intervalu mezi -1 až +1. O této veličině budeme mluvit jako o míře korelace pro dané nastavení směrů projekce spinů. Například pro $\vartheta = 0^\circ$ dostaneme čistou hodnotu -1, jde o případ, který jsme popsali výše a pro který ze zákona zachování momentu hybnosti plyne, že

projekce spinu jednotlivých elektronů musí být opačná a jde tedy o úplnou antikorelaci. Ze stejných důvodů bude úplná korelace a námi určovaná střední hodnota $+1$ pro úhel 180° . V případě, kdy je úhel 90° nebo 270° jsou vybrané směry projekce u jednotlivých elektronů na sebe kolmé. Protože lze vždy určit jen projekci spinu pouze do jednoho směru, nezávisí v tomto případě nijak výsledek měření u druhého elektronu na výsledku u prvního. Bude tak stejná pravděpodobnost dostat pro naši korelační veličinu hodnotu $+1$ i -1 a střední hodnota při velkém počtu měření, kdy dostaneme stejný počet plus i mínus jedniček, tak bude nula. Tomu bude stejně v případě platnosti nelokální kvantová teorie i v případě existence skrytých parametrů, které už na počátku definují, jak měření dopadnou. Ovšem pro úhly, které jsou mezi těmito hodnotami, to už bude jiné, tam se budou střední hodnoty námi sledované korelační veličiny v případě existence skrytých parametrů a nelokálnosti lišit. Střední hodnota sledované veličiny korelace bude v případě existence skrytých parametrů vždy mezi nulou a hodnotou na modré lomené křivce v obrázku. V případě platnosti nelokálnosti kvantového světa bude tato hodnota přesně dána červenou goniometrickou funkcí v obrázku. Je vidět, že pro dané úhly nemohou hodnoty míry korelace v případě lokálnosti a existence skrytých parametrů překročit určité meze. To je obsahem tzv. **Bellových nerovností**. Při správném nastavení experimentu je naměření větší absolutní hodnoty míry korelace důkazem, že opravdu platí nelokální kvantová teorie.

[Zvětšit obrázek](#)



Závislost míry korelace na úhlu mezi směry, do kterých probíhá projekce spinu dvou částic se spinem $1/2$, které vznikly společně a jsou v propleteném stavu. Modrá lomená křivka ukazuje maximální hodnotu míry korelace v případě lokálnosti a existence skrytých parametrů. Červená pak přesnou hodnotu v případě platnosti nelokální kvantové fyziky.

Při reálných experimentálních testech, zda jsou u propletených kvantových systémů splněny Bellových nerovností, se nejčastěji pracuje s fotony a jejich polarizací. Než se k nim dostaneme, budeme se v následujících pár odstavcích věnovat upřesněním některých pojmů souvisejících s polarizací zvláště elektromagnetického záření a fotonů. Pro další čtení není tato část nezbytně nutná. Pokud čtenář příslušné pojmy zná nebo bez dalšího vysvětlení přijme fakt, že jak světlo, tak i jednotlivý foton můžou být polarizovány, můžou „kmitat“ v některém směru kolmém na směr jejich šíření, tak lze následující část přeskočit.

Spin, helicity a polarizace fotonu

Význačným směrem, do kterého bude probíhat projekce spinu, může být směr pohybu příslušné částice. Orientace projekce spinu tak může být ve směru pohybu (hybnosti) dané částice nebo proti směru. V takovém případě mluvíme o helicitě. Její hodnota může být $+1$ v případě, že projekce spinu je orientována stejně jako směr pohybu (mluvíme také o

pravotočivé helicity) nebo -1 v případě, že projekce spinu je orientována opačně než směr pohybu (levotočivá helicity). Je třeba poznamenat, že helicity závisí na vzájemném pohybu pozorovatele a pozorované částice. Jestliže pozorujeme částici s pravotočivou helicitou (tedy $+1$) a posléze se začneme pohybovat ve směru pohybu této částice rychleji než ona, tak se směr jejího pohybu vůči nám otočí, ale projekce spinu do směru zůstává stejná. Pravotočivá helicity částice se změní na levotočivou. Pochopitelně se v tomto případě změní levotočivá helicity částice na pravotočivou.

Řekli jsme si, že v případě spinu $1/2$ jsou možné dvě projekce spinu a tedy dvě možné hodnoty helicity. V případě částice se spinem 1 jsou možné tři projekce spinu $-1, 0$ a $+1$. A také tři možné hodnoty helicity $-1, 0, +1$. Tato situace nastává například u deuteronu. V případě, že však částice má nulovou klidovou hmotnost, což je případ fotonu, jsou možné jen dvě projekce spinu do osy pohybu částice -1 a $+1$, tedy i jen dvě možné hodnoty helicity. U takových částic je ještě jedna specifická vlastnost, pohybují se rychlostí světla, takže pozorovatel nemůže zrychlit na rychlost větší. Helicity daného fotonu je tak pro každého pozorovatele stejná. Počet projekcí spinu N_S s jeho rostoucí velikostí roste a lze je určit ze vztahu $N_S = 2S + 1$, kde S je velikost spinu. U helicity už tomu tak není, tam jsou stále dvě možné hodnoty v případě polocelého spinu a tři hodnoty pro celočíselný spin (dvě hodnoty v případě částic s nulovou klidovou hmotností).

Fotony jsou částicemi světla a helicity je na mikroskopické úrovni podstatou polarizace. Pro levotočivou či pravotočivou helicity máme příslušnou kruhovou polarizaci. Eliptická či lineární polarizace se pak dostane příslušnou superpozicí levotočivé a pravotočivé kruhové polarizace. A tato superpozice popisuje jednotlivý foton s lineární polarizací. Popsané vlastnosti fotonů stojí i za makroskopickou polarizací světla. V tomto případě jde o kmitání elektrického pole kolmo na směr pohybu světla, které udržuje stejný směr. Nepolarizované světlo kmitá také kolmo na směr pohybu světla ale do různých směrů. Pochopitelně můžeme dostat i pro makroskopické světlo kromě lineární i kruhovou či eliptickou polarizaci.

Výsledky experimentů testujících nelokálnost kvantové fyziky

První experimenty, které testovaly Bellovy nerovnosti, využívaly fotony s korelovanými polarizacemi vyzářenými ve vybrané kaskádě za sebou při následujících přechodech elektronů v obalu atomu vápníku. Proud atomů vápníku byl ozařován lasery a pomocí nich byly elektrony vybuzeny do daných stavů s vyšší energií. Přebytkové energie se atom zbavoval tak, že elektron nejdříve přeskočil do stavu s nižší energií. Přitom se vyzáří první foton. A z tohoto mezistavu téměř okamžitě přeskočí do základního stavu s vyzářením dalšího fotonu. Protože původní a vybuzený stav mají moment hybnosti nula a mezistav má nenulový moment hybnosti, klade zákon zachování momentu hybnosti jistá omezení na vztah polarizace jednotlivých fotonů ve vyzářené dvojici. Situace je tak velice podobná situaci dvojice elektronů, kterou jsme popisovali dříve. Dostáváme tak dvojici fotonů v propleteném stavu s korelovanými polarizacemi.

Pro zjišťování polarizace fotonů se využívaly i ve známé práci Alaina Aspecta v Orsay tzv. Wollastonovy polarizační hranoly složené ze dvou kusů islandského vápence. Ty vlastně určovaly směr projekce, podobně jako v dřívějším popisu propletené dvojice elektronů. Rozdíl je v tom, že v případě lineární polarizace definuje polarizace se směrem šíření světla

rovinu. Při otočení polarimetru o 45° dostaneme nekorelované případy a při jeho otočení o 90° antikorelaci, při otočení polarimetru o 180° máme stejnou situaci jako na počátku. Pokud se podíváme na obrázek se zobrazením míry korelace na úhlu, který byl uveden v diskuzi elektronového páru, tak sice platí i pro případ studia Bellových nerovností pomocí polarizace fotonů. Ovšem úhel na ose x je v tomto případě dvojnásobkem úhlu mezi nastaveními dvou použitých polarizačních hranolů. V průběhu experimentu se dělalo vše pro to, aby nastavení polarizačního hranolu v jednom rameni (kam letěl první foton) neovlivňovalo situaci v druhém rameni, kam letěl ten druhý nebo dokonce proces vyzáření nějakou klasickou cestou. Proto se hranoly nastavovaly až po vyzáření fotonů. U těchto experimentů, které probíhaly na rozhraní sedmdesátých a osmdesátých let, byla vzdálenost mezi zdrojem fotonů v propleteném stavu a polarizačními hranoly šest metrů. Tuto vzdálenost uletí světlo za 20 ns. Výsledky měření se shodovaly s předpovědí nelokální kvantové mechaniky a vyloučily lokální teorii se skrytými parametry. Tím se prokázalo, že kvantový stav představuje úplný popis reality a že neurčitosti, které v popisu jsou, jsou objektivní a nejsou důsledkem našich neznalostí.

[Zvětšit obrázek](#)



Přístroj vysílající dvojice fotonů v propleteném stavu z ostrova La Palma v experimentu rakouských fyziků. (Zdroj: článek Alessandra Fedrizziho a kol. na 2Physics)

Později byla provedena řada stále přesnějších experimentů, kde se fotony v propleteném stavu posílaly na stále větší vzdálenost. Umožnil to hlavně rozvoj technologie laserů, optických vláken a detekce jednotlivých fotonů. Problém totiž je, že pracujeme právě s jednotlivými fotony a nelze použít zesilovače po trase. Nyní vzdálenosti, na které jsme schopni posílat fotony v propleteném stavu překonaly desítku kilometrů. Například v experimentu, který proběhl v roce 2008 v Ženevě, byla vzájemná vzdálenost dvojice fotonu v okamžiku měření 18 km. Takže zatímco celý proces měření trval pouhých 7 mikrosekund, na překonání vzdálenosti 18 km rychlostí světla je třeba 60 mikrosekund. A tedy „klasické“ ovlivnění signálem s rychlostí světla je nemožné. Pokrok v technologiích umožňuje přenést na velkou vzdálenost informaci o kvantovém stavu, který je superpozicí více stavů a dá se to využít v kvantové kryptografii.

Kvantová teleportace

Vlnovou funkci nelze měřit. Zajímavou otázkou tak je, zda a případně jak můžeme přenést informaci o kvantovém stavu, který je směsí různých stavů. Proces, který umožňuje přenést informaci o neurčitém kvantovém stavu na velkou vzdálenost, se označuje jako kvantová teleportace. Pomocí ní by si ve vzdáleném místě mohl někdo vytvořit systém ve stejném kvantovém stavu, jaký mám já. Potřebujeme k tomu vhodnou dvojici částic v kvantově propleteném stavu, který je přesně definován tzv. Bellův stav (propletené stavy musí být ortogonální). Jednu z nich si vezmu já a druhou vzdálený kolega. Buď si ji vezme před cestou, nebo mu ji musím nějak "klasicky" poslat. Pak provedu měření s tou mou provázanou částicí na stavu, který chce kolega u sebe replikovat. Tím dojde ke kolapsu vlnové funkce a vlnová funkce provázané částice se změní tak, že odráží stav, o kterém informaci potřebuji přenést. O výsledku měření musím kolegu informovat. A on už pak ví, jakou změnu se svou částicí musí provést, aby dostal přesně původní kvantový stav, který má replikovat. Zatím se kvantová teleportace provádí s fotony.

Jak je vidět, opravdu nejde o přenos informace o kvantovém stavu rychlostí větší než rychlost světla. Kolaps vlnové funkce sice proběhne díky nelokálnosti kvantové fyziky okamžitě, ale dokud nedostane vzdálený kolega informaci o mém výsledku měření, tak se díky kolapsu vlnové funkce provázaného stavu nic nedozví. Bez přenosu informace o výsledku měření na první částici (fotonu) klasickou cestou k tomu, kdo má druhou částici, jsou výsledky jeho měření pro něj náhodná. Takže kolaps vlnové funkce a nelokálnost kvantové fyziky nenarušuje kauzalitu a nelze je využít pro přenos informace rychlostí větší než je rychlost světla.

Než se přesuneme ke kvantové kryptografii, řekněme si ještě o jednom zajímavém příkladu s kvantovou teleportací na velké vzdálenosti. Zhruba před rokem se podařilo rakouským fyzikům transportovat propletený kvantový stav fotonů na vzdálenost 144 km z ostrova La Palma na ostrov Tenerife (jsou součástí Kanárských ostrovů). To bylo umožněno velmi výkonným zdrojem propletených dvojic fotonů s intenzitou okolo milionu za sekundu. Oba ve dvojici vzniklé fotony byly pomocí dvojitého optického systému vyslány směrem k observatoři s velkým optickým dalekohledem (patří organizaci ESA) na ostrově Tenerife.

[Zvětšit obrázek](#)



Dalekohled observatoře OGS patřící organizaci ESA na ostrově Tenerife. (Zdroj: článek Alessandra Fedrizziho s kolegy na 2Physics)

Fotony, usměrněné tímto dalekohledem byly analyzovány a detekovány. Nejnáročnější byla identifikace propletených dvojic fotonů na velkém pozadí dalších fotonů. To se dařilo díky časové identifikaci, kdy časové okno pro fotony stejného páru bylo nastaveno na jednu nanosekundu. Díky měření korelací mezi polarizacemi fotonů ve dvojicích se podařilo prokázat, že během cesty se propletenost stavů nenarušila a lze provádět kvantovou teleportaci volným vzduchem i na takto velkou vzdálenost. Je to jeden s dalších kroků k využití kvantové teleportace v komunikaci s využitím družic. Místo experimentu bylo vybráno s ohledem na to, že jsou zde velmi dobré atmosférické podmínky. Je ovšem třeba zdůraznit, že i tak byl poměr mezi vyslanými a zachycenými dvojicemi fotonů deset milionů. Experiment tak zatím ještě pochopitelně neotvírá cestu ke kvantové komunikaci, ale je jedním s důležitých kroků. Blíže k reálné komunikaci mají právě již zmíněné experimenty na vzdálenosti v řádu pár desítek kilometrů, mezi které patří například nedávný experiment čínský.

Kvantová kryptografie

Když máme ověřeno, že opravdu dochází ke kolapsu vlnové funkce u kvantového stavu, můžeme to využít k vysílání kódovaných zpráv takovým způsobem, že bude snadné odhalit jejich případný „odposlech“. Kvantová fyzika nám pomáhá v kryptografii díky náhodnosti svých procesů. Umožňuje tak vytvářet velice efektivně plně náhodný šifrovací klíč. Jak ovšem dostat tento šifrovací klíč utajeně od příjemce k odesílateli? A právě kvantový stav umožňuje zařídit přenos tak, aby bylo možné zjistit odposlech. Je to dáno tím, že měření na kvantovém systému vede ke kolapsu vlnové funkce a systém se mění. Pokud tedy někdo provádí odposlech měřením na kvantovém systému dříve, lze to poznat.

V roce 1984 navrhli Charles Bennett a Gilles Brassard kryptografický protokol, který zmíněné vlastnosti kvantové fyziky využívá. Ze zřejmých důvodů se protokol označuje jako BB84 a pro jeho využití potřebujeme dva kanály. Jeden je klasický veřejný (telefon, internet) a bude přenášet zašifrovanou zprávu a několik vedlejších informací. Druhý kvantový slouží k domluvení tajného klíče. Ten by využíval polarizované fotony. Využívají se dvě dvojice polarizací, které jsou vzájemně kolmé. Byly už zmíněny v předchozím textu. Tedy třeba polarizace ve směru (rovině) nula a 90° je první dvojice navzájem kolmých polarizací. Druhá pak je ve směru 45° a 135° . Tyto dvojice (báze) jsou vzájemně nekorelované.

Popišme si příslušný protokol. Osoby, které v něm vystupují, se tradičně označují jako Alice, Bob a Eva. Alice a Bob si chtějí předat tajný klíč k dešifrování zprávy. Eva se snaží jej zjistit (odposlechnout), bez toho, aby se Bob s Alicí o tom dozvěděli. Alice generuje fotony náhodně polarizované do jedné ze čtyř zmíněných rovin tak, aby pravděpodobnost byla u každé z nich stejná. Bob nastavuje polarizační roviny polarimetru a měří polarizaci fotonů, přičemž náhodně střídá jednotlivé báze (dvojice kolmých polarizačních rovin). Zaznamenává výsledky měření, tedy polarizaci jim měřených fotonů. Pokud vybral správnou bázi, dostane vždy signál nebo ne, podle toho, jaká byla polarizace fotonu vyslaného Alicí. Pokud zvolí špatnou bázi, dostane se stejnou pravděpodobností buď signál nebo ne. Vzpomeňte na míru korelace nula pro takové otočení polarizačních rovin. Alice pošle Bobovi veřejným kanálem pořadí, v

jakém pořadí báze při vysílání vybírala. Konkrétní hodnoty polarizace si nechá pro sebe. Bob si zaznamená polarizace, které změřil u měření ve správné bázi. Tyto bity (nula je jedna polarizace, jednička polarizace kolmá) tvoří předávaný klíč. Ostatní měření, kde se Bob nestrefil do stejné báze, mohou být zapomenuty. Bob pak veřejným kanálem sdělí Alici, u kterého měření se strefil do správné báze. Alice i Bob tak znají jednotlivé bity klíče. Alice ví, jakou polarizaci vysílala a Bob ví, co naměřil. Potom se obětuje jistá část takto správně změřených hodnot, u kterých si Alice a Bob řeknou hodnoty polarizace, kterou Alice vyslala a Bob přijal. Pokud se shodují, nedochází k odposlechu a klíč lze použít k šifrování. Pokud by totiž Eva chtěla kvantový kanál odposlouchávat, musela by testovat polarizaci fotonu. Pokud se strefí do správné báze, dostane správný výsledek a polarizace fotonu se nezmění. Pokud se však strefí do špatné báze, změní se polarizace fotonu a Bob pak má poloviční šanci, že naměří špatný výsledek. Pokud Alice a Bob porovnají větší počet měření, mají téměř stoprocentní jistotu, že Evin odposlech zjistí. V takovém případě klíč zahodí a budou hledat spolehlivější kvantový kanál.

[Zvětšit obrázek](#)



Jedno z prvních zařízení pro testy kvantové kryptografie, nalevo je vysílající Alice, napravo je přijímající Bob a mezi nimi třicet centimetrů dlouhý kvantový kanál. (Zdroj J.A. Smolin: IBM J. Res. & Dev. vol. 48 no. 1, leden 2004)

První pokusy s kvantovou kryptografií prováděl v roce 1989 již zmíněný Charles Bennett a John A. Smolin. První zařízení mělo kvantový kanál dlouhý pouze 30 cm. Dnes se díky optickým vláknům a zlepšených zdrojů polarizovaných fotonů daří přenášet klíč pomocí kvantové kryptografie na vzdálenosti až kolem sta kilometrů. Rychlosti přenosu jsou zatím dost malé, ale i v této oblasti probíhá rychlý pokrok. Je dobrý důvod věřit, že pokrok laserové techniky, technologie optických vláken a detekční jednofotonové techniky (například polovodičových lavinových fotodiod) už relativně brzy umožní zavedení kvantové kryptografie do praxe.

Schrödingerova kočka

A teď se můžeme konečně dostat ke kvantové celebritě, která je živá neživá či mrtvá nemrtvá snad v každém populárním povídání o kvantové fyzice. Souvisí s druhou hlavní otázkou kvantové fyziky zmíněnou na začátku. A to je otázka měření. Odlišnosti kvantové fyziky od naší makroskopické zkušenosti s měřením se nejvíce projevují ve světě mikroskopickém. Pozorování se uskutečňuje pomocí makroskopického přístroje, které vede v popisu ke kolapsu

vlnové funkce kvantového systému. V původním myšlenkovém experimentu s Schrödingerovou kočkou máme neprůhlednou krabici a v ní je radioaktivní atom, zařízení se smrtícím plynem, které se spouští rozpadem toho atomu, a živou kočku. Když popisujeme kvantově příslušný proces, nedostaneme konkrétní čas rozpadu atomu, ale pouze pravděpodobnost, se kterou se po daném čase rozpadne. Proces rozpadu atomu je náhodný a daná je jen pravděpodobnost jeho průběhu za časovou jednotku. Vlnová funkce popisující rozpadající se atom je tak superpozicí stavu s atomem před rozpadem a po rozpadu. Pokud zahrneme do kvantového popisu i smrtící zařízení a kočku, tak budeme mít vlnovou funkci, která je superpozicí popisu kočky mrtvé a kočky živé. Kočka je však makroskopický objekt a pohled na ní, jak je současně živá i mrtvá je dost absurdní. Je tedy otázkou, co je vlastně realita, kterou reprezentuje kvantový stav popsáný superpozicí různých stavů a na které úrovni mezi kvantovým stavem a pozorovatelem dochází ke kolapsu vlnové funkce a co reálně se tím popisuje.

Existuje rozhraní mezi kvantovým a klasickým světem?

Právě to je důvodem k hledání mikroskopických systémů, které jsou v propleteném kvantovém stavu a svou hmotností se přesunují od klasických kvantových hodnot k hodnotám makroskopickým. Propletený kvantový systém dvou atomů yterbia se podařilo vytvořit v roce 2007. To byl sice velký krok k využití kvantové fyziky v počítačích, ale pořád máme mikroskopický objekt. Vytvoření co nejtěžšího objektu, který je popsán superpozicí více stavů a pozorování, zda a jak u něj probíhá kolaps vlnové funkce, je veden v řadě směrů. Některé z nich popsal nedávno [Peter Kluváněk v článku na Oslovi](#). Jedná se například o pozorování interference při průchodu dvěma štěrbinami. Jde o opakování známého interferenčního experimentu s elektrony. Používají se stále těžší systémy, například Peterem Kluvánkem zmíněný experiment s molekulou fluorofulerénu, která má 100 atomů.

[Zvětšit obrázek](#)



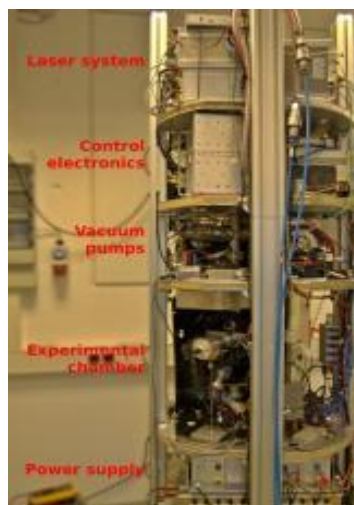
Kapsle, ve které se produkuje oblak atomů ve stavu Boseho-Einsteinova kondenzátu při vytahování nahoru. Pak se nechá padat dolů, aby se zkoumal vliv mikrogravitace. (Zdroj ZARM)

Jednou z cest je i zkoumání Boseho-Einsteinova kondenzátu, kdy máme atomy s celočíselným spinem, tedy bosony. Objekty s celočíselným spinem (bosony) se na rozdíl od objektů s poločíselným spinem (fermiony) mohou ve velkém množství nacházet v jednom kvantovém stavu. Boseho-Einsteinův kondenzát můžeme připravit ochlazením oblaku vhodných atomů na teploty velmi blízké absolutní nule. Tím se všechny atomy dostanou do jediného stavu s tou nejnižší energií. V jednom stavu jsou tak superponovány jeden boson přes druhý, vzájemně se nedají rozlišit a tvoří jeden obří superatom. Prvním atomem, u kterého se to podařilo, bylo rubidium. Později se vznik Boseho-Einsteinova kondenzátu pozoroval u řady

dalších. V tomto případě už máme kvantový systém až s deseti tisícovkami atomů. Na velmi zajímavém projektu pracuje skupina QUANTUS, která studuje oblač atomů ^{87}Rb ve stavu Boseho-Einsteinova kondenzátu v podmínkách mikrogravitace. Zatím testuje systém při volných pádech z výšky 146 m. Ale připravuje se pokračování těchto experimentů na oběžné dráze na stanici ISS. V tomto případě lze tento kvantový systém, který se chová jako jedna částice (superatom), použít pro interferometrii s „hmotnými“ vlnami (tedy opět obdoba experimentu se dvěma štěrbinami) a to s objektem o tisícovkách atomů. Kromě potvrzení kvantové superpozice by se v prostředí mikrogravitace pomocí této interferometrie dala provádět i velice přesná měření související s obecnou teorií relativity.

Je třeba zdůraznit, že není problém s tím, že by kvantová fyzika v limitních případech nepřecházela v klasickou fyziku, tedy s principem korespondence. Problém je s tím, jakou realitu popisuje superpozice různých stavů a co a na jaké úrovni se realizuje při kolapsu vlnové funkce. Jde o to, jak vypadá realita, když ji například ani principiálně pozorovat nemůžeme. Tedy například, co za realitu jsou třeba virtuální částice popisující interakce a řadu dalších kvantových procesů, které v hranicích daných Heisenbergovým principem neurčitosti mohou i „narušovat“ zákony zachování energie či hybnosti. [V článku o těchto jevech souvisejících s popisem vakua](#) jsem zmiňoval tři různé pohledy na průběh vzniku Hawkingova záření. Podstatné však je, že všechny při své aplikaci vedou při konkrétních výpočtech ke stejným hodnotám měřitelných veličin.

[Zvětšit obrázek](#)



Experimentální kapsle projektu QUANTUS. (zdroj ZARM)

Závěr

Existuje několik filozofických interpretací popsaných kvantovaných vlastností. Žádný není úplně uspokojivý a všechny pochopitelně musí správně popisovat všechny známé měřitelné skutečnosti. Pokud se stejně jako v případě rozhodnutí mezi lokálností (se skrytými parametry) a nelokálností kvantové fyziky nenajde nějaký experiment, který by rozhodl mezi různými filozofickými interpretacemi, nelze mezi nimi najít tu správnou. Stejně jako v počátcích kvantové fyziky jsou otázky její filozofické interpretace stále otevřeny. Na druhé

straně byla a je kvantová fyzika extrémně úspěšná v popisu (i když neúplném) našeho světa. Velká část fyziků se tak s touto situací, kdy Bůh s námi hraje kostky a občas dokonce tak, že na ně ani on sám nevidí, smířila. A zastává do značné míry pragmatický minimalistický pohled na kvantovou fyziku jako skvělého nástroje pro popis fyzikální reality.

Existuje řada článků o podivnostech kvantové fyziky. Dovolil bych si na závěr zmínit a doporučit velice pěknou a i laikům srozumitelnou sérii pěti článků v časopise Vesmír, kterou pod názvem „Kvantové hádanky“ napsali Miloslav Dušek a Pavel Cejnar.

Autor: Vladimír Wagner

Datum: 21.06.2010 v 10:25