

Einsteinovo hledání sjednocené teorie pole a teorie superstrun

10.05.2005

Einsteinovu srdci byla nejbližší jeho sjednocená teorie pole. Einstein jednou před Helen Dukasovou poznamenal, že tomu, co dělá, možná fyzikové porozumí za sto let. Mýlil se. K oživení zájmu o sjednocenou teorii pole došlo ani ne za padesát let. Sjednocení, jemuž se kdysi fyzikové vysmívali, protože prý beznadějně přesahuje naše možnosti, máme dnes možná na dosah ruky. Je hlavním bodem programu téměř každého setkání teoretických fyziků.

Po dvou tisíciletích zkoumání vlastností hmoty, jež začalo okamžikem, kdy si Démokritos a jeho řečtí krajané položili otázku, z čeho je vesmír, zplodila fyzika dvě konkurenční teorie, které jsou zcela neslučitelné. První z nich je kvantová teorie, která jedinečně popisuje svět atomů a subatomárních částic. Druhou je Einsteinova obecná relativita, jež nám dala závratnou teorii černých děr a rozpínajícího se vesmíru. Největším paradoxem je to, že tyto dvě teorie jsou svými pravými opaky. Jsou založeny na odlišných předpokladech, odlišné matematice a odlišných fyzikálních představách. Kvantová teorie spočívá na oddělených balíčcích energie nazývaných „kvanta“ a na reji subatomárních částic. Teorie relativity je založena na hladkých plochách.

Nejrozvinutější verze kvantové fyziky, kterou fyzikové zformulovali, je shrnuta do takzvaného „standardního modelu“ a dokáže vysvětlit experimentální data popisující subatomární částice. V jistém smyslu jde o nejúspěšnější teorii přírody, která dokáže popsat vlastnosti tří ze čtyř základních sil (síly elektromagnetické a dále slabé a silné jaderné interakce). Standardní model má přes svůj velký úspěch dva do očí bijící nedostatky. V první řadě je to model krajně ošklivý – jde asi o vůbec nejošklivější teorii, jež byla kdy ve vědeckém světě předložena.

Tato teorie totiž slabou, silnou a elektromagnetickou interakci prostě uměle svazuje. Je to zhruba totéž, jako byste kancelářskou páskou slepili dohromady velrybu, mravenečnicka a žirafu a tvrdili, že jde o vrcholné dílo přírody, o konečný výsledek milionů let evoluce. Při bližším pohledu je standardní model složený z matoucí, nesourodé kolekce subatomárních částic s podivnými jmény, která příliš nedávají smysl – jde například o kvarky, Higgsovy bosony, Yang-Millsovy částice, W-bosony, gluony a neutrina. A co hůř, standardní model vůbec nezmiňuje gravitaci. Když se člověk pokusí naroubovat gravitaci na standardní model ručně, zjistí, že tato teorie selže. Dává nesmyslný výsledek. V průběhu téměř padesáti let se ukázalo, že veškeré pokusy o skloubení kvantové teorie a relativity jsou marné. Vezmeme-li v úvahu všechny estetické nedostatky této teorie, dojdeme k závěru, že jediná věc, která mluví v její prospěch, je skutečnost, že v rámci své experimentální domény je nepopiratelně správná. Je zřejmé, že to, co musíme udělat, je jít za standardní model a znovu přezkoumat Einsteinův přístup ke sjednocování.

Hlavním kandidátem na teorii všeho – teorii, která by spojovala kvantovou teorii s obecnou relativitou, je po padesáti letech to, čemu říkáme „teorie superstrun“. Vlastně je to to jediné, co máme, protože všechny konkurenční teorie byly vyloučeny. Jak jednou řekl fyzik Steven Weinberg: „Zaslouhou teorie strun máme prvního přijatelného kandidáta na konečnou teorii.“ Weinberg má za to, že všechny mapy, podle nichž se plavili starověcí mořeplavci, ukazovaly na existenci legendárního severního pólu, a přitom mělo trvat ještě celá staletí, než na něj roku 1909 Robert Peary skutečně vkročil. Podobně všechny objevy, k nimž došlo v částicové fyzice, ukazují na existenci „severního pólu“ vesmíru, tedy sjednocené teorie pole. Teorie superstrun dokáže s překvapivou jednoduchostí převzít všechny dobré vlastnosti kvantové teorie a relativity. Je založena na myšlence, že subatomární částice lze chápat jako tóny na vibrující struně. Ačkoliv Einstein hmotu kvůli všem jejím nepřehledným vlastnostem a zdánlivě chaotické povaze přirovnával ke dřevu, zjednodušuje teorie superstrun hmotu na hudbu. (Einsteinovi, který byl vynikajícím houslistou, by se to asi líbilo.)

V padesátých letech 20. století si fyzikové zoufali, že subatomárním částicím nikdy neporozumí, protože se jako na běžícím pásu objevovaly pořád nové a nové. J. Robert Oppenheimer jednou dokonce zhnuseně prohlásil: „Nobelova cena za fyziku by měla být udělena tomu fyzikovi, jenž v daném roce žádnou novou částici neobjeví.“ Tyto subatomární částice dostávaly tolik podivných řeckých jmen, že Enrico Fermi řekl: „Kdybych býval věděl, že bude existovat tolik částic s řeckými jmény, raději bych se stal botanikem než fyzikem.“ Kdybyste ale měli supermikroskop a mohli se do elektronu podívat přímo, neviděli byste podle teorie strun bodovou částici, nýbrž vibrující strunu. Vibruje-li superstruna jinak, čili vydává-li jiný tón, změní se na odlišnou subatomární částici, například foton nebo neutrina. Podle této představy lze na subatomární částice, jež pozorujeme v přírodě, pohlížet jako na nejnižší oktávu superstruny. Smršť subatomárních částic objevených v uplynulých desetiletích představuje tedy prostě jen tóny, které na této superstruně znějí. Zdánlivě zmatené a nahodilé chemické zákonitosti jsou melodie přehrávané na superstrunách. I samotný vesmír je symfonií strun. A fyzikální zákony nejsou ničím jiným než souzněním superstrun.

Teorie superstrun dokáže též obsáhnout veškerou Einsteinovu práci v oblasti relativity. Jak se struna pohybuje prostoročasně, způsobuje, že se prostor kolem ní zakřivuje přesně tak, jak to roku 1915 předpověděl Einstein. Pokud se struny nepohybují v prostoročasně odpovídajícím obecné relativitě, je teorie superstrun ve skutečnosti nekonzistentní. Jak jednou řekl fyzik Edward Witten, dokonce i kdyby Einstein teorii obecné relativity nikdy neobjevil, možná by se na ni přišlo pomoci teorií strun. Witten tvrdí: „Teorie strun je nesmírně lákavá, protože nám vnucuje gravitaci. Všechny známé bezrozporné teorie strun gravitaci obsahují, takže i když gravitaci není

možné zahrnout do kvantové teorie pole, jak jsme ji znali, v teorii strun je nutností.“

...

Co by si Einstein myslel o teorii superstrun, kdyby dnes žil? Fyzik David Gross říká: „Einstein by byl spokojený – pokud ne se samotnou realizací, tak aspoň s naším cílem. ... Líbilo by se mu, že tu existuje základní geometrický princip, jemuž však bohužel dosud plně nerozumíme.“ Jak jsem viděli, podstatou Einsteinovy sjednocené teorie pole bylo vytvořit hmotu (dřevo) z geometrie (mramoru). Gross k tomu poznamenává: „Vybudovat samotnou hmotu z geometrie – to je v jistém smyslu právě to, co dělá teorie strun. ... [Jde o] teorii gravitace, z níž částice hmoty i ostatní přírodní síly plynou stejně, jako gravitace plyne z geometrie.“ Je poučné vrátit se k Einsteinovým raným pracím v oblasti sjednocené teorie pole z pohledu teorie strun. Klíčovou stránkou Einsteinova génia bylo to, že dokázal vystihnout nejdůležitější symetrie vesmíru, jež sjednocují přírodní zákony. Symetrií, která sjednocuje prostor a čas, je Lorentzova transformace neboli rotace ve čtyřech dimenzích. Symetrií, jež stojí v pozadí gravitace, je obecná kovariance neboli libovolné transformace prostoročasových souřadnic. Při svém třetím pokusu o velkou sjednocující teorii však Einstein neuspěl, a to hlavně proto, že mu chyběla symetrie, jež by sjednocovala gravitaci a světlo neboli mramor (geometrii) se dřevem (hmotou). Einstein si samozřejmě naléhavě uvědomoval, že postrádá fundamentální princip, který by jej vedl změtí tenzorového počtu. Kdysi napsal: „Domnívám se, že aby člověk skutečně postoupil kupředu, musí se opět v přírodě dopídit nějakého obecného principu.“

A přesně to nám dávají superstruny. Symetrie, jež je základem superstrun, se nazývá „supersymetrie“ – jde o zvláštní a krásnou symetrii, která sjednocuje hmotu se silami. Jak jsme se zmínili již dříve, mají subatomární částice vlastnost zvanou „spin“ a chovají se tedy jako roztočené dětské vlčky. Elektron, proton, neutron i kvarky, jež tvoří hmotu ve vesmíru, mají spin $1/2$ a nazývají se „fermiony“ podle Enrica Fermiho, jenž zkoumal vlastnosti částic s poločíselným spinem. Částice, které zprostředkovávají síly, jsou však založeny na elektromagnetismu (se spinem 1) a gravitaci (se spinem 2). Všimněte si, že mají spin celočíselný. Tyto částice se nazývají „bosony“ (podle práce Boseho a Einsteina). Základní myšlenka spočívá v tom, že hmota (dřevo) je obecně tvořena fermiony s poločíselným spinem, zatímco síly (mramor) jsou tvořeny bosony s celočíselným spinem. Supersymetrie sjednocuje fermiony s bosony. To je to nejpodstatnější – supersymetrie umožňuje sjednotit dřevo s mramorem, jak si přál Einstein. Supersymetrie vlastně připouští nový druh geometrie, jež překvapil dokonce i matematiky. Nazývá se „superprostor“ a umožňuje existenci „supermramoru“. Podle tohoto nového přístupu musíme původní dimenze prostoru a času zobecnit tak, aby nyní zahrnovaly i fermionové dimenze, což nám umožňuje vytvořit „supersílu“, z níž v okamžiku vzniku vesmíru vzešly všechny síly.

Někteří fyzikové tedy vyslovili domněnku, že Einsteinův původní princip obecné kovariance je třeba zobecnit takto: fyzikální rovnice musí být superkovariantní (tj. musí zachovávat stejný tvar při superkovariantní transformaci).

Teorie superstrun nám umožňuje znovu analyzovat Einsteinovy staré práce o sjednocené teorii pole, tentokrát však ve zcela novém světle. Když začneme rozebírat řešení rovnic superstrun, setkáme se s mnohými z prapodivných prostorů, jejichž průkopníkem byl Einstein již ve dvacátých a třicátých letech 20. století. Jak jsme viděli už dříve, pracoval s různými zobecněními riemannovského prostoru, které dnes odpovídají určitým prostorům, jež se vyskytují v teorii strun. Einstein tyto bizarní prostory zoufale prohlížel jeden po druhém (včetně komplexních prostorů, prostorů s „torzí“, „twistovaných prostorů“, „antisymetrických prostorů“ atd.), ale ztratil se v nich, protože mu chyběl jakýkoliv fyzikální princip či představa, jež by jej ze spleti matematiky vyvedla. A právě zde do hry vstupuje supersymetrie – funguje jako princip, jež sem vnáší řád a umožňuje nám analyzovat mnohé z těchto prostorů z jiného pohledu.

Je však supersymetrie onou symetrií, jež Einsteinovi poslední tři desetiletí jeho života unikala? Základem Einsteinovy sjednocené teorie pole bylo to, že měla být tvořena čistě mramorem neboli čistě geometrií. Nehezke „dřevo“, jež zaplevelilo jeho původní teorii relativity, mělo být zahrnuto do geometrie. Supersymetrie by mohla klíč k teorii čistého mramoru obsahovat. Lze v ní totiž zavést cosi, co nazýváme „superprostor“ a v čem je i samotný prostor supersymetrický. Jinými slovy je možné, že konečná sjednocená teorie pole bude ze „supermramoru“ tvořeného novou „supergeometrií“.

Úryvek z knihy

Michio Kaku: Einsteinův vesmír

Jak vize Alberta Einsteina změnily naše chápání prostoru a času

Knihla právě vychází v nakladatelství Argo a Dokořán

Překlad Martin Žofka, váz. s přebalem, 256 stran, 269 Kč, ISBN 80-7363-015-X

Anotace vydavatele:

Rok 2005 je světovým rokem fyziky. Právě před sto lety totiž vyšly tři převratné články Alberta Einsteina.

Podívejme se tedy společně na život a dílo tohoto velikána moderní vědy, jenž se nebál pochybovat o tom, co jiní měli za samozřejmé. Díky této knize pochopíme nejen hlavní fyzikální představy, jež Einsteina přivedly k

velkolepým objevům, ale dozvíme se též řadu zajímavostí z jeho osobního života. Většina jeho myšlenek předběhla dobu o celá desetiletí a dodnes přinášejí fyzikům Nobelovy ceny. Einstein, jenž přes ohromující popularitu zůstal skromným a vlídným člověkem, může být i dnes vzorem každému z nás.

.....

Název: Re: stan

Datum: 16.05.05 18:20

Autor: Zephir

//...Cha,slušelo by Vám více věcných argumentů a méně okázalých řečí. Evidentně nechápete o čem STR je.

Nápodobně - když budete "kopat" před plovákem, dopadne to úplně stejně.

<http://zephir.wz.cz/twins.gif>

Název: re Zephir

Datum: 16.05.05 13:55

Autor: stan

"Popravdě řečeno by mě zajímalo, kam apologetové teorie relativity ještě sto let po Einsteinovi na tyto nesmysly chodí. "

Cha,slušelo by Vám více věcných argumentů a méně okázalých řečí. Evidentně nechápete o čem STR je.

ps:Ten Váš příklad s lodičkou je uplná blbost,v něm záleží dokonce na orientaci hodin (nehledě na to,že není symetrický pro oba pozorovatele,pokud se lodička neobrací). Co když budu kopat "před" plovákem ?

Název: Re: Cerveny

Datum: 15.05.05 20:03

Autor: Zephir

//...ke zdůvodnění eteru stačí nic mén než mechanismus rovnoměrného přímočarého pohybu ve homogenním gravitačním poli...

Ke zdůvodnění setrvačnosti éterem nepotřebujete ani to homogenní gravitační pole.

Setrvačnost se přece projevuje stejně, ať už jste od nějakého zdroje gravitace vzdálen nebo ne.

Název: Re: Cerveny

Datum: 15.05.05 19:50

Autor: Zephir

//...ty nás s těma superstrunami umorduješ..

To mi připomíná přísloví o 100 x opakované pravdě....;-) Teorie superstrun je v zásadě teorie vlnění v éteru, nic hlubšího v ní není. Já se Vám pouze snažím přiblížit souvislosti, které tato teorie nabízí a vysvětlit, proč se stala nejúspěšnější teorií současnosti.

Co se fononů týče, STR platí pro všechny bosony - zde je zřejmá souvislost s kvantovou teorií,

protože vznik bosonu je kvantově mechanický jev. Fotony jsou jedna z forem kmitání éteru. Pokud si prostor představíte vyplněn různě svinutejma superstrunami - pak EMG vlnění je to, který si vyměňují ty struny, který obsahují aspoň šest svinutých rozměrů. Např. mezi neutrinu se energie v podobě světlem běžné energie nepřenáší - což obyčejnými mechanickými kmity těžko vysvětlíte.

<http://www.zephir.wz.cz/images/struny3d.jpg>

Rychlost fononů nezávisí na velikosti buňky mřížky, ale na jejím mechanickém napětí (přesněji hustotě energie). Prostředí pro šíření kmitů vakua tvoří opět pouze kmity energie ve vakuu. Vaše představa souvisí s Diracovým představou moře záporné energie a je svým způsobem správná - ale to, co při materializaci hmoty vznikne závisí na energii záření. Éter tedy není tvořen předem připravenými částicemi a antičásticemi které se dopadem energie pouze uvolní jako v polovodičích, kde pokaždé vznikne tentýž pár elektron-díra - zde vírový model vakua vystihuje podstatu podstatně přesněji.

Pokud vakuum obsahuje nějakou periodicitu, pak jen kvasistacionární a na velmi malých rozměrových vzdálenostech (přibližně než jedna tisícina průměru jádra atomu). Na větších vzdálenostech pravidelnost zřejmě zaniká v náhodných fluktuacích vakua.

S periodicitu vakua na těchto rozměrových škálách počítá jak teorie superstrun (jako důsledek samovolné orientace strun, asi jako když protřepete kakaové věnečky v krabici - vytvoří se jakési krystalové domény ze skupin souhlasně orientovaných věnečků) tak standardní model slabé interakce - Higgsovy bosony jsou mechanické fonony té pseudomřížky vakua a dodávají bosonům slabé interakce jejich experimentálně pozorovanou hmotnost.

//...Teplota/chvění eteru souvisí s reliktní teplotou vesmíru..

To není tak docela pravda. Představíme-li si teplotu éteru, pak má k reliktní teplotě vesmíru asi takový vztah, jako kmity molekul vody ke kmitům vodní hladiny. Teplota éteru může být z tohoto hlediska libovolně vysoká, přímo neskutečně obrovská - asi jako teplota téměř zrcadlově hladké hladiny roztaveného železa - pro naše pojetí teploty má ale význam pouze hustota energie vln na jeho hladině. To je opět dáno tím, že jiné formy kmitů vakua vnímat neumíme a proto nás ani nemohou svou energií ovlivňovat.

Ve skutečnosti tyto kmity vakua tvoří materiálovou podstatu pro šíření EMG interakce - čili ony nás nerozrušují, ale naopak tvoří, vděčíme jim za naši existenci.

Název: Re Zephir

Datum: 15.05.05 10:05

Autor: Cerveny

Zephire, Ty nás s téma superstrunami umorduješ, člověk by tomu skoro začínal věřit..

Nicméně si myslím, že ke zdůvodnění eteru stačí nic mén než mechanismus rovnoměrného přímočarého pohybu ve homogenním gravitačním poli.

Co se týká omezené rychlosti světla, dovoliji si připomenou teorii vlnění krystalové mřížky. Rychlost fononů (kvantovaných kmitů krystalové mřížky) je také z principu omezená (vzhledem k periodicitě prostředí) a souvisí s velikostí elementární buňky krystalu. Zřetelně se mi podbízi analogie krystal/fonon ku eter/foton. Tedy fotony chápu jako mechanické kmitání eteru. To že některý foton může generovat v nehomogenním prostředí vznik virtuálního páru si vysvětluji tím, že kmitání je tak intenzivní, že vyhodí některý prvek/atom eteru z jeho regulární polohy a přivodí poruchu eteru tedy elementární částice.. Teplota/chvění eteru souvisí s reliktní teplotou vesmíru..

Název: Re: stan

Datum: 13.05.05 20:46

Autor: Zephir

//...Ta druhá je, že rychlost světla je nezávislá i na pohybu pozorovatele, a zde již analogie s klasickým vlněním neplatí...

??? Samozřejmě platí úplně stejně. Když budete plavat v lodičce a zakáží vám k měření Vaší rychlosti používat cokoli jiného, než plovák (abyste při pozorování a měření neinteragoval s čímkoliv jiným, kromě vlnění které sledujete), pak Váš relativní pohyb vůči vlnám samozřejmě ovlivní i Vaše subjektivní měření času (odměřované třeba intervalem houpání plováku) a tím i měření rychlosti tak, že se právě vykompenzuje.

Popravdě řečeno by mě zajímalo, kam apologetové teorie relativity ještě sto let po Einsteinovi na tyto nesmysly chodí.

Kvantové vakuum přece není prostředí, do kterého byste mohl zabodnout tyč a měřit svou rychlost vůči okolí. Jediné co máte pro měření k dispozici jsou jen jeho vlny (a to ještě jen některé).

Zkuste se třeba zamyslet nad známým paradoxem dvojčat následovně:

Dvojče Karel vyráží na dlouhou cestu mořem po nafukovací matraci. Před nosem má Karel to nejdůležitější - plovák, který mu bude sloužit jako hodiny pro odměřování času. Ty fungují docela jednoduše: Karel kopne do vody a v okamžiku, kdy vlna dorazí k plováku, Karel kopnutí zopakuje a připíše na matraci čárku: , , , ,

Na Karla zatím čeká v rodném zálivu dvojče Petr a krátí si dlouhou chvíli jejím měřením stejným způsobem jako Karel. Co myslíte - budou mít po svém shledání na svých matracích stejný počet čárek?

Pokud ne - kdo jich napočítá víc a proč?

Název: re: zephir

Datum: 13.05.05 12:39

Autor: stan

"Není nutné apriori předpokladat, že rychlost světla je nezávislá na směru a šíření zdroje - prostě proto, že se takto v uspořádání, kde polohu a čas nemáme možností ničím jiným poměřovat takto chová kterékoliv jiné bosonické vlnění..."

To je ale bohužel jenom ta snáž představitelná polovina pravdy. Ta druhá je, že rychlost světla je nezávislá i na pohybu pozorovatele, a zde již analogie s klasickým vlněním neplatí. Bohužel není tomu tak a dá se to i poměrně snadno spočítat.

Název: Einstein vynikající huslista?

Datum: 12.05.05 12:48

Autor: TH

Podľa toho, čo som o tom citoval, bol Einstein len 'huslista'...

Název: Relativita teorie relativity

Datum: 12.05.05 11:58

Autor: Zephir

Že se současná teoretická fyzika vyvíjela tak, jak se vyvíjela je důsledek toho, že zastánci teorie éteru se na začátku dopustili téhož fundamentálního omylu, jako jeho odpůrci. Ani jedna strana si neuvědomila, že moci vnímat vlnění v prostředí ještě neznamená vnímat prostředí.

Např. vnímat houpání na loďce ještě neznamená, že máte nástroj na zjišťování absolutního pohybu proudu toku v řece. To že máte mikrofón a běháte s ním na poli ještě neznamená, že máte v rukou nástroj na měření absolutní rychlosti větru.

Z tohoto pohledu je předpoklad Einsteinovy teorie relativity zcela triviální jako výsledek Michelsonova interferometrického měření a snadno uchopitelný. Není nutné apriori předpokládat, že rychlost světla je nezávislá na směru a šíření zdroje - prostě proto, že se takto v uspořádání, kde polohu a čas nemáme možnost ničím jiným poměřovat takto chová kterékoliv jiné bosonické vlnění. Tím je současně dána souvislost STR s kvantovou teorií.

Název: Re Salvador/Ad Zephir

Datum: 12.05.05 10:43

Autor: Streit

Éter jako absolutní vztažná soustava se vrátila v zastřené podobě jako "gravitační předitivo" prostřednictvím OTR (srovnejte i Machův princip).

Navíc dnes jakýkoliv pohyb ve vesmíru je absolutizován i pohybem vůči mikrovlňnému pozadí (podle mě nesprávně nazývané jako reliktní záření). Běžně astronomové pracují s jeho rudým nebo naopak modrým posuvem při stanovování pekulární rychlosti galaxií. Tak se i naše Galaxie řítí vesmírem vstříc vyšší teplotě mikrovlňného pozadí.

Pohyb, který není rovnoměrný nebo přímočarý (nebo inerciální) Je v tomto smyslu absolutní.

Absolutní je také nevratnost dějů a růst entropie související s únikem informací o příčinách v čase, kdy v přítomnosti vždy zůstávají pouze následky. Tento nevratný proud informací, o kterém si myslím, že má vlnovou podstatu, je také éterem svého druhu.

Je-li prostor globálně kladně zakřivený - jak se domnívám -, musí mít někde body souměrnosti, "těžiště", či souřadnicové osy s kvantovaným rastroem. Éter jak vyšitý (byť by mohl mít fraktální vzor)!

Název: Re:Salvator

Datum: 12.05.05 00:20

Autor: Zephir

...nebo ničím nezdůvodněný předpoklad (postulát) invariantnosti rychlosti světla.

Vyberte si.

Fakt je ten, že Einstein v pozdějších letech proti éteru nevystupoval zdaleka tak odmítavě, jako jeho "následovníci". Paušální odmítnutí představy éteru je spíš omylem jeho vykladačů a vývoj teoretické fyziky zpzdilo možná o několik desetiletí.

Ovšem - co je kvantové vakuum protkané superstranami jiného, než éter?

Název: to Zephir

Datum: 11.05.05 15:03

Autor: Salvador

Teória relativity potrebuje ku svojej existencii éter? To ste si prečítali v 21. století? :)

Název: Meze Einsteinova chápání

Datum: 10.05.05 19:56

Autor: Zephir

Einstein si bohužel zahradil cestu k efektivnímu myšlenkovému přístupu svým fenomenologickým odmítnutím představy éteru na straně jedné a kvantové mechaniky na straně druhé.

Přítom teorie relativity ke své existenci obojí potřebuje stejně, jako třeba elektrodynamika. Hold nikdo není neomylný, ale je to škoda, Einstein měl jinak výbornou intuici...

Format_C:

Ve stručnosti, Lorentzova transformace popisuje časoprostor sledovaný a měřený výhradně tímž vlněním, které se v něm šíří.

Název: Re.

Datum: 10.05.05 17:05

Autor: Chose

No dobře, tak úryvek, psal jsem to ráno před prvním kafetem a to bývám ještě trochu mimo.

Lorentzova transformace je jednoduše řečeno vztah který udává jak se mění dálkové rozměry a čas při přechodu z jedné pohybující se soustavy do druhé / kromě jiného popisuje ono pověstné zkrácení délky a času v pohybující se soustavě /.

Název: to Chose

Datum: 10.05.05 16:27

Autor: p

Toto není ani článek, ani recenze, ale úryvek z knihy. Ale jinak máte pravdu, kniha je dobře napsaná a tento úryvek byl vybrán velice dobře.

Název: jeden dotaz

Datum: 10.05.05 15:14

Autor: formatC:

můžete mi prosím někdo připomenout co to přesně je Lorentzova transformace? už jsem to ze školy nějak pozapoměl :)
díky

Název: Pochvala

Datum: 10.05.05 07:36

Autor: Chose

Tenhle článek, tedy spíše recenze, se docela povedl.