

Fyzikálně astronomické úvahy

ing. Pavel Oupický,
Centrum pro optoelektroniku
Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.

Úvod

Kdysi před lety jsem na webu našel články, který zřejmě napsal náš krajan s typickým jménem Gary A. Novak , geolog a později emeritní profesor ze State University of California. Nezdálo se mu ledacos, konkrétně pak hodně poznatků v souvislosti s globálním oteplováním, ale i s velkým třeskem a pod. . Jako příklad uvedu jeho zpochybňování Stephan-Boltzmanova zákona (S-B-Z). Nezdálo se mu, že by teplo mohlo přecházet i z chladnějšího tělesa na teplejší a podobně .. Byl to geolog a tak je na místě mu tyto neznalosti odpustit .. ostatně asi sám svoje stránky posléze smazal, protože již nejsou dostupné.

Do situace tohoto mého vzdáleného krajana se nyní vystavuji i já .. a jistě bude mnoho fyziků teoretiků, kteří se nad mými úvahami jen pousmějí asi tak, jako jsem se já usmíval nad poznámkami mého krajana Nováka, pouštějícího se do diskuzí v oboru, v němž jistě nebyl odborníkem ..

Bohužel už nejsem schopen a možná jsem ani nikdy nebyl schopen těmto fyzikům odborníkům konkurovat ve znalostech nejnovějšího matematického a softwarového aparátu, který dnes již mnohonásobně překračuje znalosti mé vysokoškolské matematiky .

Ale budiž, zřejmě je to jeden z mých posledních pokusů o populárně vědeckou práci a tak si trochu té blamáže už mohu jakožto důchodce jistě dovolit ..

Matematika

je postavena na bázi logiky .. a z logiky jsou odvozeny i základní algebraické operace .. matematici zavedli např. záporná čísla .. Další specialitou matematiků jsou iracionální čísla .. ačkoli by podle definice žádná mocnina neměla dát záporné číslo, přesto se matematici pokusili a naučili záporná čísla odmocňovat ..

To jsou jen příklady specialit, které jsou v matematice možné a občas se s nimi i takto pracuje .. ale reálný svět žádné naše matematické speciality nezná v reálném světě neexistuje nic záporného, ani energie, ani náboj, ani čas , ani hmota a ani prostor .. všechno zde známe jenom v kladných hodnotách .. a kde se to vzalo , tu se to vzalo ..

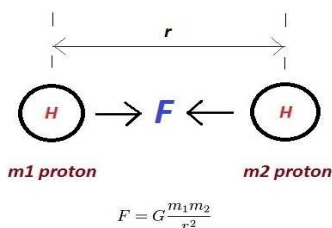
Fyzika

Jak jsem se postupně dostával do studované fyzikální problematiky, tak jsem začal zjišťovat, kolik různých teorií a pokusů bylo na potvrzení nejrůznějších hypotéz navrženo a provedeno .. a tak jsem začal váhat, jestli tu vůbec ještě existuje prostor na nějakou diskusi ala Gary Novák .. moje odpověď je, že skoro neexistuje .. ale díky tomu skoro jsem přeci jen pár vět ještě dal dohromady .. jsou ještě vůbec někde skuliny a nebo skulinky ? .. možná . Kde tedy jsou a nebo kde je možné ještě klást nějaké otázky a čekat na ně odpovědi? A tak jsem to zkusil sepsat podle toho, co mi tak nejvíc vrtalo hlavou ..

V čem jsem tedy neměl příliš jasno .. výčtově .. gravitace, antihmota, neutrino, rudý posuv, relativita, velký třesk, kosmologické konstanty atd. .. to by snad pro začátek mohlo stačit a všechno se mi sem ani nevejde ..

Gravitace

Jedna ze sil, s nimiž fyzikové dlouhodobě zápasí, je gravitace .. jsou zde ale lépe známé další tři síly : elektromagnetická, slabá a silná síla či interakce .. a nebylo by logické, kdyby gravitace byla jejich výslednicí ?? vezměme si příklad .. dva atomy vodíku .. pro jednoduchost .. i ty se nějak přitahují silou podle Newtonova gravitačního zákona .. kde a z čeho jiného by se tam ta gravitace měla vzít než z těch dvou atomů samých ..



Obr. 1 – gravitační působení dvou protonů

.. elektromagnetická síla může být nenulová a slabá a silná interakce v jádře protonů resp. neutronů mají sice krátký dosah, ale zase ne tak krátký, aby nemohly residuálně působit i na větší vzdálenost .. a výsledná „gravitační“ síla je úměrná hmotnosti, tj jinak řečeno počtu atomů a tudíž residuálním silám, které drží elektrony u protonů, protony a neutrony v jádře a quarky v jádře protonů a neutronů a potažmo atomy a hmotu pohromadě .. tato rychle klesající gluonová síla může mít exponenciální průběh s velkým stupněm mocniny .. pak velmi rychle klesá v souladu s experimenty a je nenulová i na velké vzdálenosti. Mohla by jí popisovat funkce

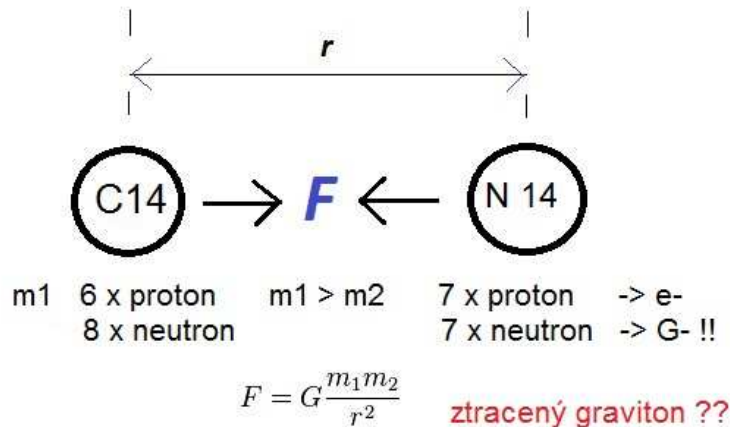
$$FG(r) = FG_0 e^{-n r} \quad (2)$$

kde $FG(r)$ je gluonová síla, r je vzdálenost mezi atomy, FG_0 je gluonová konstanta atomu a n je mocnina exponentu, která by měla nejvíce odpovídat skutečnému průběhu gravitační (gluonové) síly (přitažlivosti).

Neutrino

Jeden z nejpodivnějších prvků hmoty je podle fyziků neutrino .. celkem zázračná částice, která téměř nic neváží a skoro všim projde .. a celé týmy ji hledají, pronásledují a v pohodě s ní kalkulují .. Neutrino bylo predikováno původně kvůli energetickému a hmotovému deficitu při beta rozpadu nestabilních izotopů .

Při rozpadu atomu uhlíku C^{14} na N^{14} se v jádře izotopu jeden neutron rozpadne na proton a elektron. Elektron se vyzáří v podobě beta záření .. a protože přitom neseděla hmotová bilance, fyzikové tam přidali hypotetickou částici neutrino ...



Obr. 4 – beta rozpad atomu uhlíku C^{14} na atom N^{14} a výsledek jejich gravitačního působení

Z obr. 4 je zřejmé, že při rozpadu se zmenší hmotnost jednoho atomu a tím pádem i jeho schopnost gravitačního působení .. to, co někam zmizelo a bylo nazváno neutrinem by spíš měl být hypotetický graviton nebo ještě lépe gluon.

Antihmoty

je další záhadná entita, s níž se matematicky kalkuluje a po níž se pátrá a která plní stránky sci-fi románů .. antielektrony (pozitrony) a antiprotony .. jaká je však možná skutečnost ?

Atom je složen z jádra z protonů a neutronů a má obal z elektronů .. není tu nic, co by se dalo nazvat nábojem .. to je jen naše statistická veličina .. záporný náboj je jenom suma elektronů a kladný náboj jsou jenom ionty .. tedy protony, kterým chybí elektrony ... a jak by měl potom vypadat třeba antielektron (pozitron) ? Jako iont, kterému chybí elektron ?

Má tedy smysl o antihmotě vůbec uvažovat a nebo je to jenom dítě matematických výpočtů ? Diracovi vyšlo z rovnic, že by měl existovat antielektron (pozitron), antiproton a asi i antineutron .. ale není to jen důsledek toho, že v matici každé plus může mít i svoje mínus a naopak ? Ale jak je tomu ve fyzice?

Všechny elektromagnetické vlastnosti atomu jsou dány právě chováním elektronů a iontů .. a jak by měl vypadat antiproton? Mělo by se snad jádro chovat jako elektron a elektron jako jádro ? To by šlo asi těžko .. už kvůli rozdílu v hmotnostech elektronu a jádra ..

Rudý posuv

se vysvětluje čtyřmi způsoby .. klasickým Dopplerovým efektem v Newtonově idealizovaném prostoru, doplerovským relativizovaným efektem v Minkovského prostoru, vlivem gravitace ve Schwarzschildově metrice a ztrátou energie v důsledku jeho průchodu vesmírným prostředím (unaveným světlem) .

$$1 + z = \frac{f_{\text{emit}}}{f_{\text{obsv}}}$$

Red shift Z based on frequency - definice faktoru Z modrého a rudého posuvu (3)

Vzorce (3) až (7) lze nalézt v nezkrácené verzi článku a nebo ve Wikipedii [1] .

Ve vzorcích (5) a (6) je v relativní rychlost mezi emitentem a detektorem. Jestliže se emitent od detektoru vzdaluje, je $v > 0$ ($1 + z = f_{\text{emit}} / f_{\text{obs}}$ a $f_{\text{emit}} > f_{\text{obs}}$) .

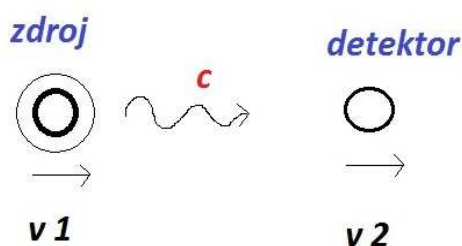
Lorentzova transformace sama o sobě je produktem debat o existenci nebo neexistenci éteru, v kterém by se šířilo světlo podobně, jako se zvuk šíří vzduchem .. spor byl zřejmě správně vyřešen v neprospěch éteru, i když o jistém fotonovém poli či éteru by se uvažovat dalo .. jinak řečeno, vakuum by mohlo být teoreticky plné nějakých spíš mikrovlnných fotonů (v množství odpovídající temné hmotě a reliktnímu záření ??) ..

Jistá analogie se vzduchem mi tu ale zaznívá .. není to tak dávno, co se myslelo, že žádné letadlo nemůže letět rychleji než zvuk, který samo vydává .. no ale stalo se, letadla rychlost svého zvuku překonávají ..

Podle Lorentzovy transformace se žádné těleso .. potažmo atom .. nemůže pohybovat rychleji než fotonové záření, které sám produkuje . S tím by se ale mohlo polemizovat .. bral bych, že fotony se pohybují rychlostí jim vlastní a danou bez ohledu na to, jakou rychlostí se pohyboval atom, který je emitoval.

Dále je známo, že pohybují-li se atomy v plynu a přitom produkují fotony, není jedno, zda se atom pohybuje k pozorovateli či od něj .. např. u výbojek zde dochází k modrému i rudému posuvu projevujícím se rozšířením spektrálních čar . A stejně je tomu i u pohybujících se kosmických zdrojů záření.

Změna frekvence emitovaného záření se dá interpretovat dvěma způsoby .. v tom prvním zdroj světla svým pohybem stlačuje či ředí fotonový éter a v důsledku toho k pozorovateli dorazí světlo rychlostí, kterou se ve fotonovém éteru šíří , ale s vyšší nebo nižší frekvencí .. druhý možný způsob interpretace předpokládá, že pohybující se atom přidá nebo ubere (strhne) emitovanému fotonu jeho energii a foton se proto emituje s vyšší nebo nižší energií a potažmo frekvencí, ale jinak se bude šířit opět svojí vlastní rychlostí .. obě interpretace jsou svým způsobem možné. Většinou se ale předpokládá, že žádné fotonové pole samo o sobě bez svého aktivního zdroje neexistuje .



Obr. 7 - vliv rychlosti zdroje světla (atomu) na jejich vlastnosti

Gravitační rudý posuv

Dalším známým efektem, který ovlivňuje emisi fotonů, je gravitační rudý posuv .. jednoduše vysvětleno silnější gravitační pole ztěžuje atomům emisi fotonů podobně jako atom, který se pohybuje opačným směrem než emitovaný foton .. rudý gravitační posuv je dán následujícím vzorcem :

$$1 + z = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{2GM}{rc^2}}}$$

Vzorec pro gravitační rudý posuv (7)

kde G je klasická gravitační konstanta, M je hmota objektu, který ovlivňuje emitující atom a r je poloměr vzdálenosti emitenta od středu hmotného objektu na něj působícího (Vzorce 3 až 7 jsou převzaty z [1]).

Teorie unaveného světla

Posledním zmiňovaným efektem, který může působit rudý posuv, je teorie unavujícího se světla jak ji podle mne nejlépe odvodil a definoval Shrytkov [2] :

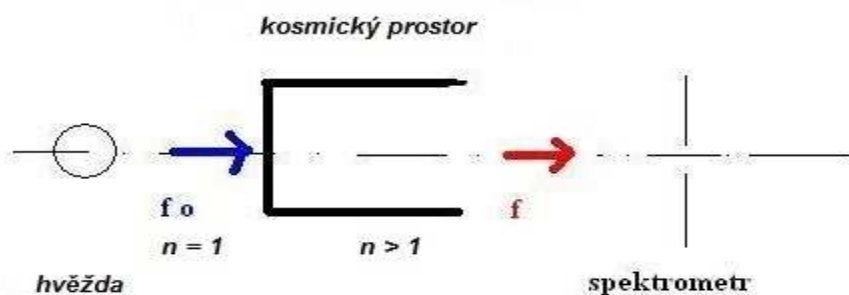
$$\omega(t) = \omega_0 \exp[-H_0(t - t_s)]$$

Vzorec závislost úhlové frekvence elektrického vektoru světla na čase při jeho průchodu kosmem (8)

kde ω_0 je úhlová frekvence el. vektoru emitovaného světla, H_0 je hodnota Hubblovky konstanty a t_s je čas, v němž k emisi došlo, t a t_0 jsou časy, kdy pozorovatel (observer) záření zpozoroval . Tomu odpovídá i jistý rudý

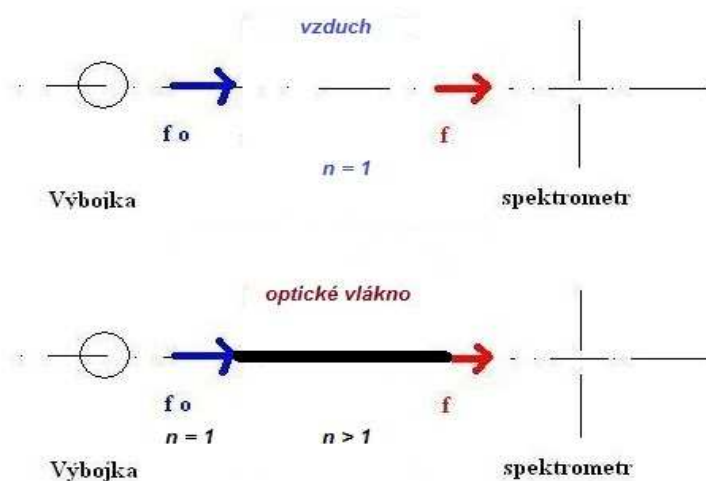
$$Z(t_s) = \frac{\lambda(t_s)}{\lambda(t_0)} - 1 = \frac{H_0}{c_0} \int_{t_0}^{t_s} c(t) dt$$

posuv daný následujícím vzorcem :



Vzorec pro rudý posuv daný útlumem světla při jeho průchodu vesmírným prostorem (9)

Obr. 9 - schematický příklad útlumu světla v kosmickém prostoru



Obr. 10 - návrh experimentu v pozemských podmínkách realizovatelného na velké vzdálenosti (?)

Na obr. 8 a 10 je nástin možného vysvětlení degradace světla při průchodu prostředím s indexem lomu $n > 1$. V takovém prostředí se světlo šíří pomaleji a mohlo by v něm dojít i k poklesu frekvenčnímu zjistitelnému současnými velmi přesnými spektrometry.

Jen z výčtu možných vlivů na cestu fotonů od jejich vzdáleného a ne zcela jednoznačně určeného zdroje je vidět, že určení rudého resp. modrého posuvu vzdálenějších objektů je velmi obtížné . A stále ani není jednoznačné, zda se vesmír skutečně rozpíná a nebo zda se pouze na dlouhých kosmických vzdálenostech unavuje světlo.

Rozpínání vesmíru

Podle výsledku měření rudého posuvu se většina vědců domnívá, že se vesmír rozpíná. U některých nejvzdálenějších objektů byl naměřen i velký faktor rozpínání , dosahující hodnot $z = 8$ až 10 . To již dle výpočtu dle relativistického Dopplerova efektu bez možnosti oddělit vliv gravitačního rudého posuvu případně vliv prostředí na průchod světla odpovídá rychlostem již blízkým rychlosti světla .

Teorie relativity (TR)

předpokládá, že žádné těleso se nemůže pohybovat rychleji než světlo .. tato predikce vznikla ze snahy o zachování rychlosti světla nezávislé na pohybu emitanta či pozorovatele .. zatím se dá jistě jen říct, že sotva kdy nějaké těleso dosáhne rychlosti světla .. ale světlo a pohyb těles spolu nijak jednoduše nesouvisí ..

Světlo (obecně záření) je produktem jevů v atomových obalech bez ohledu na to, jestli se atomy pohybují a nebo jsou v relativním klidu (vzhledem k okolním objektům) a uplatňuje se na něj Dopplerův efekt, to je jisté .. takže rychlost šíření světla se nemění , ale jeho zdroj mu svým pohybem přidává nebo ubírá energii , což se projevuje na emitované frekvenci. Dalo se ale i říct, že zdroj záření stlačuje nebo ředí éter (fotonové pole ?) .. asi tak jako letadlo stlačuje vzduch když překračuje rychlost zvuku ..

Fotonové pole

.. Jisté vysvětlení by tu opět dával fotonový éter či fotonové pole .. to by brzdilo pohybující se atom a kladlo by mu nějaký odpor, v jehož důsledku by docházelo k relativnímu nárůstu jeho hmotnosti (o stlačené fotony) a pozorovateli v jiném pozorovacím systému by se mohlo jevit, že se atom nějakým způsobem stlačuje a zkracuje .. Fotony by se šířily tímto polem již nezávislým na svých zdrojích .. a analogické úvahy k éteru jsou tyto :

Fotonové pole není unášeno ani strhováno atomy a jejich uskupeními - hmotou - ta je schopná fotony bez problému absorbovat a nebo emitovat a to bez ohledu na svůj stav a nebo pohyb ..

Hmotnost fotonů

Fotony jsou díky svým vlastnostem pro nás stále záhadou .. jsou něčím mezi vlnou a částicí, něčím co si zatím neumíme nějak představit .. Fotony nesou energii, takže musí mít i nějakou hmotnost , ať už se tato energie počítá z kinetiky a nebo z elektromagnetické teorie .. a že přenášejí energii, o tom lze stěží pochybovat a jestliže ještě pro všechno platí

$$E = m c^2 \quad (10)$$

a pak když $E > 0$ a nutně musí platit i $m > 0$.

Takže i fotony musí mít hmotnost a podléhají zákonům gravitace a v gravitačním poli bude jejich dráha působením gravitace ovlivňována aniž by změna směru světla musela být vysvětlována nějakými prostorovými deformacemi. Minimální energie fotonu je všeobecně uznávaná a dána vztahem

$$E = h f \quad (11)$$

kde h je Planckova konstanta a f je frekvence emitovaného záření či světla .

Princip ekvivalence setrvačné a gravitační hmoty

Jako jeden z principů TR je uvedený princip ekvivalence .. Co je to ale setrvačná hmota ? Ve fyzikálním světě působí kromě gravitační síly celá řada sil dalších .. síla pružin, tlak plynů a kapalin, srážky dvou a více těles .. je otázka , co je to setrvačnost .. v podstatě každé těleso je v zajetí nějakých gravitačních sil a pohyb rovnoměrný přímočarý je jen naprostá singularita ..

Princip ekvivalence by se asi dal formulovat pochopitelněji v návaznosti na povídání o gravitaci .. jako princip ekvivalence sil , které na atomy látek v různých skupenstvích působí .. ostatně všechny jiné formy sil vedle gravitace jsou rovněž produkovány nějakou formou atomárních sil .. moje resumé .. ekvivalentní jsou pouze účinky všech sil, které na hmotu jakožto sumu atomů mohou působit a působí, konkrétně a podstatně je to síla gravitační a akcelerační .

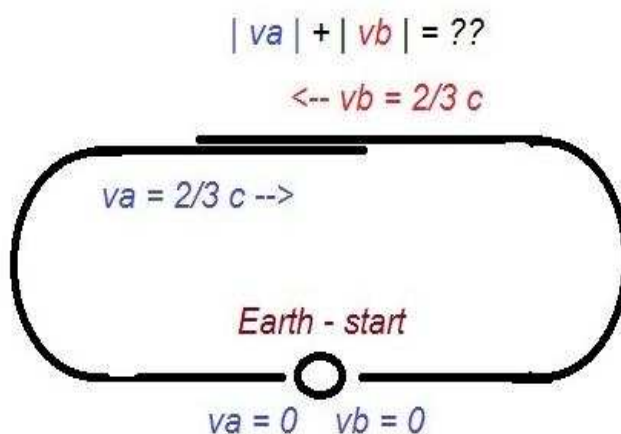
Paradox dvojčat

je další oblíbené téma teorie relativity .. jsou obvykle dány dvě inerciální soustavy , které se pohybují stejným směrem pohybem rovnoměrným, avšak rozdílovou rychlostí v .. a hodiny v rychleji se pohybující soustavě půjdou pomaleji .. to se v TR vysvětluje dilatací času .. ale je možné ještě jedno vysvětlení .. mějme dvě inerciální soustavy, které se pohybují rovnoměrným pohybem stejným směrem a stejnou rychlostí .. do obou dáme stejné hodiny .. nyní jednu ze soustav urychlíme na rychlost v oproti soustavě, která zůstane v klidu .. během zrychlování se hodiny ve zrychlované soustavě nejspíše zpozdí (s výjimkou kukaček) ..

Budiž, mějme dvě dvojčata, která ve stejný okamžik odstartují dejme tomu ze Země v identických sci-fi kosmických raketách , každé ale opačným směrem .. postupně jejich rakety dosáhnou $2/3$ rychlosti světla a jejich piloti je budou navádět tak, aby se v jistém domluveném čase a místě minuli v přímočarém letu proti sobě .

Otázka : Jakou rychlostí se pak k sobě a od sebe budou přibližovat nebo vzdalovat ? A když jednoho pilota po té, co se obě rakety dostanou na přímočarou dráhu , uspíme a vymažeme mu paměť, jak potom uvidí či neuvidí svoje dvojče v druhé raketě?

Na jednu stranu ani jedno z dvojčat nepřekročí rychlost zvuku , což je v pořádku .. na druhou stranu se obě rakety budou přibližovat či vzdalovat rychlostí větší než je rychlost světla .. a nejzajímavější asi bude moment, kdy se budou míjet ...



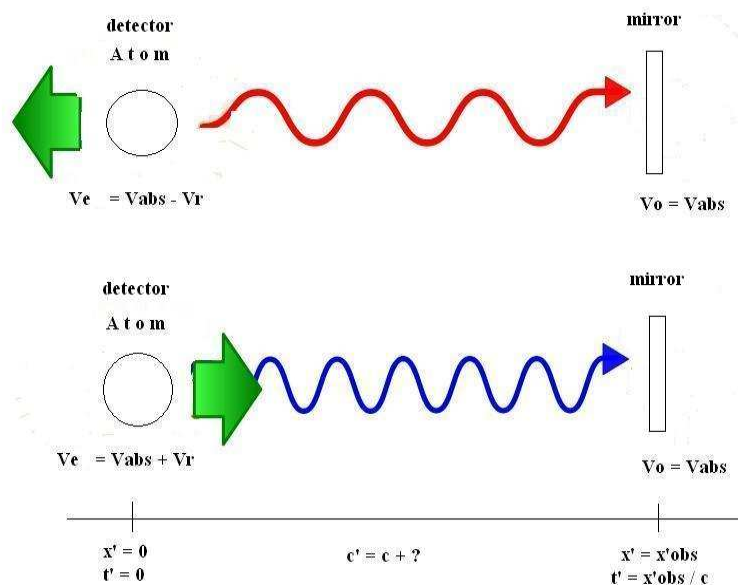
Obr. 11 – Paradox dvojčat

Pokud se odvoláme na princip kauzality , asi bude vše v pohodě, ale co potom s Lorentzovou transformací?

Podrobnější vysvětlení problému dvou soustav v relativním pohybu je možná naznačeno v následujícím textu : není zde problém s rychlostí šíření světla .. ta je stejná v soustavě O , která je vůči nějakému pozorovateli v klidu ($v = 0$), i v soustavě O' , která se vůči tomuto pozorovateli pohybuje rychlostí $v > 0$. Pozorovatel může být např. v soustavě O .. jestliže v soustavě O někdo blikne bleskem v čase $t = 0$, pak v čase t dosáhne světlo vlnoplochy s poloměrem $r = c t$. Jestliže někdo blikne bleskem v soustavě O' v jeho čase $t = 0$, světlo v čase t opět dosáhne vlnoplochu $r = c t$. Vzhledem k tomu, že zdroj se pohyboval rychlostí v , emitované světlo bude jevit ve směru pohybu zdroje modrý posuv daný vzorcem (5) respektive v protisměru k pohybu zdroje posuv rudý (a podle úhlu θ v případě obecného směru) . A pozorovatel v soustavě O bude pozorovat světlo s rudým posuvem odpovídajícím rychlosti zdroje světla v soustavě O' ... Ještě se podívejme, co uvidí pozorovatelé $O'a$ a $O'b$ a v soustavě O' , která se pohybuje absolutní rychlostí $v > 0$. Jestliže pozorovatel $O'a$ v čase $t' = 0$ rozsvítí výbojku, tak ta bude emitovat světlo s modrým posuvem odpovídajícím absolutní (!) rychlosti v , s kterou se soustava s výbojkou pohybuje . V jistém (spočitatelném) čase t' toto světlo spatří pozorovatel $O'b$ v bodě průsečnice vlnoplochy s poloměrem r' s osou x' . Vzhledem k tomu, že i on se pohybuje rychlostí v stejným směrem jako světlo z výbojky , uvidí toto světlo s rudým posuvem jeho rychlosti odpovídající .. a tento rudý posuv se právě bude kompenzovat s modrým posuvem světla z emitující výbojky.

Tak v soustavě O' i když se pohybuje rychlostí v nebude ve světle pozorován žádný modrý ani rudý posuv a oba pozorovatelé též shodně naměří rychlost světla stejnou, jakou naměří pozorovatel v relativně nehybné soustavě O . Ještě zajímavější pokus bude, když si pozorovatel $O'b$ vezme zrcadlo . Zde můžeme vzít v úvahu i absolutní rychlost emitenta ($O'a$) a observanta ($O'b$) označenou V_{abs} , jak je zapsáno v následujícím obrázku . Emitent a observant se vůči sobě pohybují rychlostí V_r .. Emitent v čase $t' = 0$ odkryje výbojku .. její světlo dorazí k zrcadlu v čase $t' = t_1$, zde se odrazí a k emitentovi dorazí zpět v čase $t' = t_1 + t_2$.

Výpočtem by mělo vyjít, že čas $t_1 + t_2$ bude odpovídat času, za který světlo z výbojky dvakrát proletí vzdáleností emitenta od observanta, v tomto případě odražeče se zrcadlem.



Obr. 15 - experiment se zrcadlem

Stáčení perihélie planet

Jedním efektem, kterým je verifikována obecná teorie relativity, je zpřesnění stáčení perihélií planet, konkrétně evidentní u planety Merkur . Tentýž efekt by ale byl vysvětlitelný nelineárním průběhem gravitační přitažlivosti Slunce, pokud by tato byla ve větší blízkosti u Slunce přiměřeně větší.

Big Bang

Zde bych se ještě na závěr vrátit k názorům Gary A. Novaka :

Není možné, aby se tu odehrál nějaký Big Bang, aniž by k němu nebyly předem dány nějaké jasné zákonitosti .. a tyto logické zákonitosti by se tu už musely vyskytovat před ním ..

Teoreticky by bylo možné, že by velkému třesku předcházela velký krach a de facto by to bylo jedno a totéž zakončení jedné vesmírné epochy a započetí nové další ...

Podobný systém dvou kolem sebe obíhajících černých koulí byl nedávno objeven. Ale o černých koulích toho ještě moc nevím .. o jejich stáří, struktuře, teplotě a tepelné smrti, například.

Napadá mne ale i jiná alegorie .. k tomu, aby se narodil člověk, stačí malé sotva viditelné ale oplodněné vajíčko .. a tak možná k tomu, aby vznikl celý vesmír stačila nějaká pohodová vodíková polévečka, z které se to začalo postupně a pomaloučku formovat za pomoci našeho Zákonnodárce a nemusel by u toho být ani žádný velký rámus ..

Tento článek vznikl částečně za finanční podpory Ministerstva školství, mládeže a sportu České republiky v rámci projektu NPU I LO1206 ve Vývojovém centru pro speciální optiku a optoelektronické systémy (TOPTEC) Ústavu fyziky plazmatu AV ČR.

(Zkrácená verze pro sborník z konference Člověk ve svém kosmickém a pozemském prostředí 2014)
(Číslování vzorců, tabulek a obrázků odpovídá číslování v nezkrácené verzi článku)

Použitá literatura :

- [1] Wikipedie <http://en.wikipedia.org>
- [2] Shtyrkov E.I. [The Evolved-Vacuum Model of Redshifts as a Base of New Cosmologies.](#)
Physical Interpretations of Relativity Theory VI, p.219-227,2000, (Late Papers of 6-PIRP, London, Sept., 98)
- [3] Z.Horák, F.Krupka : Fyzika, SNTL 1966
- [4] Ph.Dr.F.Nachtikal : Princip relativity , V Brně, 1922
- [5] a další stohy na internetu dostupných publikací