

zdroj : <http://www.petrasek.info/>

Mudrpuďr Petrásek napsal ( pravděpodobně někde obšlehl ) toto :

Podle obecné teorie relativity tikají atomové hodiny na satelitech GPS rychleji. Tento rozdíl činí 45,9 mikrosekund za den, protože se nacházejí ve slabším gravitačním poli než hodiny umístěné na zemském povrchu. Ze speciální teorie relativity zase vyplývá, že atomové hodiny pohybující se orbitální rychlostí satelitů GPS budou tikat o 7,2 mikrosekund pomaleji. Teprve když se oba tyto efekty zkombinují, dostaneme na naše GPS přijímače správnou polohu i časový údaj. Ignorováním těchto efektů bychom získali nepřesnost v řádu desítek metrů a celý systém by byl nepoužitelný.

I laikům je dobré dávat informace co nejpřesnější a nešetřit na papíře. Takže i jeho text má otazníkové nejasnosti.

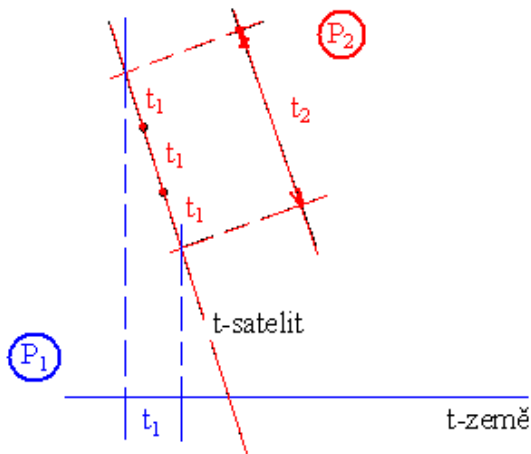
Podle OTR tikají atomové hodiny na satelitech GPS rychleji ( hlásají přístroje na Zemi snímající GPS čas-interval ). Tento rozdíl činí 45,9 mikrosekund za den, protože se nacházejí ve slabším gravitačním poli než hodiny umístěné na zemském povrchu. Pak z STR zase vyplývá, že atomové hodiny pohybující se orbitální rychlostí satelitů GPS budou tikat o 7,2 mikrosekund pomaleji. Teprve když se oba tyto efekty zkombinují, dostaneme na naše přijímače pozemské správnou polohu ( čeho ) i časový údaj ( čeho-koho ). Ignorováním těchto efektů bychom získali nepřesnost v řádu desítek metrů ( koho, pro koho ) a celý systém by byl nepoužitelný.

Pokusím se tu vysvětlit přesným logickým popisem jak si myslím, že to „dopřavdy“ je :

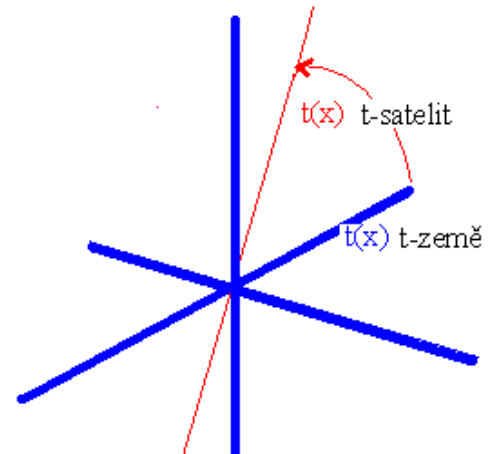
Zem tu bude pozorovatel  $P_1$  v situaci/pozici s gravitačním polem  $g_1$  a s jemu určeným/daným tempem odvíjení času tj. ukrajováním časových ( etalonových ) intervalů  $t_1$  ( atomové hodiny na zemi s  $t_1$  intervalem )... ; Satelit GPS tu bude „pozorovatel“  $P_2$  v situaci/pozici s gravitačním polem  $g_2$  , a ....a prý  $P_1$  **naměří „doma“**, že „na  $P_2$ “ běží čas jinak, tj. v tomto případě že podle OTR je tempo plynutí času  $t_2$  rychlejší – viz citace z opisu výroku ( ač sám pozorovatel na  $P_2$  pozoruje „svoje“ hodiny, tj. „doma“ na GSP že tikají stejným tempem jako na zemi ...a atomové hodiny tikají v celém vesmíru ve vlastní soustavě pozorovatele stejným tempem ...??? jako na Zemi ? ). Co to znamená, že je někde tempo plynutí času „rychlejší nebo pomalejší“ ? Znamená to, že stanovám-li si v základní soustavě pozorovatele časový interval např.  $t_1$  - etalon, a budu ho porovnávat s intervalem  $t_2$  ( získaným „spuštěním“  $t_2$  do soustavy  $P_1$  ), tak

a) bude-li  $t_1 < t_2$  plyne tempo odvíjení času na  $P_2$  rychleji neb do intervalu  $t_2$  se vejde n-násobek intervalů  $t_1$ . A naopak : tempo času ( ukrajování intervalů ) na  $P_2$  je pomalejší za čas  $t_1$  tak Tedy  $P_1$  vidí-pozoruje-snímá do svých přístrojů informaci ze satelitu, že  $t_1 < t_2$ . Čili jak to vysvětlit ? Lehce pomocí logiky s pootáčením soustav...takto :

červené schéma patří soustavě satelitu P<sub>2</sub>



$$\begin{aligned} g_2 &< g_1 \\ \frac{x_1}{t_1 t_2} &< \frac{x_1}{t_1 t_1} \\ t_2 &> t_1 \\ \text{např.} \\ 3t_1 &> t_1 \end{aligned}$$



modré schéma patří soustavě P<sub>1</sub> - země

Pozemská soustava časových os t(x); t(y); t(z) se díky změně velikosti grav. pole pootočí do polohy t(x); t(y); t(z)

Samořejmě, že v našem konkrétním zadaném případě se Zemí a GPS není pootočení časové osy takové, tak obrovské, aby platilo  $3 t_1 = t_2 > t_1$ , ale pootočení je strašně nepatrné. Důvtip a důraz je nutno klást na uvědomění si, že i pozorovatelem i hodnotitelem tu je pouze soustava „základní“ pozemská; té pozemské „se zdá“, že tomu satelitu GPS jdou céziové hodiny rychleji (\*), zdá se mu to znamená, že to tak „snímá“ a né že „na GPS“ jdou jinak než na zemi. Na Zemi když uběhne interval  $t_1$ , tak na GPS uběhne interval  $t_2$ , do kterého se vejdou pozemské  $n \cdot t_1$  intervaly; čili se nám zdá, že na satelitu jde čas rychleji než na Zemi ... za „náš“ interval se na něm vykonají tři „naše“ intervaly.

K obrázku výše citace z Ullmanna: Zobecnění fyzikálních zákonů platných v rovinném prostoročase (tj. zákonů speciální teorie relativity bez gravitace) na zakřivený prostoročas (přítomnost gravitačního pole) spočívá v tom, že obyčejné parciální derivace podle souřadnic jsou nahrazeny derivacemi **kovariantními**.

Obdobně to bude i s rychlostí ...  $v < c$ . OTR je pojednání **v rámci zrychlení** čili popis už pole mezi P<sub>1</sub> a P<sub>2</sub>; kdežto a STR je v rámci „**stop-stavů toho zrychlení**“ (pole je „nekřivý“ časoprostor) čili je to logicko-deduktivně stejný princip ... tedy STR je také pootáčení soustav. STR ukáže transformační pootočenou soustavu „stop-stavu“ při daném neměnném věée tj. soustava je inerciální neměnná v čase, kdežto u OTR je proměnná ta inerciální soustava v čase, je neinerciální, je křivá (je proměnné věée v čase;  $v/t$ ) a tedy pootáčení probíhá kontinuálně. U STR nikoliv, tam se hodnotí-porovnáva stav počáteční a koncový  $>v$  plochem  $poli <$ .

JN, 26.11.2007 v 13:55h

Toto mé (nedokonalé) popisování-vysvětlování nahoře, je totožné svým smyslem, svou podstatou „co se chce vysvětlovat“ v propracovanějším vysvětlování panem Dr. V.Ullmannem, zde → <http://astronuklfyzika.cz/Gravitace2-4.htm> citace :

(Ullmann) →

Gravitaci je možno zkoumat v podstatě dvojím způsobem:

- 1. Buďto uvažovat "fyzikální" gravitační pole v rovinném prostoročase (v rámci STR); nebo
- 2. Zavést zakřivený prostoročas bez gravitace.

01 - Tedy vlastní čas vzhledem k souřadnicovému času (který odpovídá nulovému gravitačnímu potenciálu) teče tím **pomaleji**, čím vyšší je hodnota gravitačního potenciálu v daném místě (gravitační potenciál je záporný). Hodiny umístěné v gravitačním poli se **zpožďují** vůči stejným hodinám umístěným mimo pole (resp. v místě se slabším polem).

02 - V blízkosti hmotných těles plyne čas (ve srovnání se vzdálenými místy) pomaleji, dochází ke "zpomalování toku času gravitačním polem" - **gravitační dilataci času**. Důsledky tohoto jevu (jako je gravitační rudý posuv zmíněný níže) mají klíčový význam při konečných stádiích gravitačního kolapsu a utváření černých děr (viz §4.2,4.3).

03 - Uvedeme si ještě jeden významný důsledek vztahu mezi intervalem vlastního a souřadnicového času (2.36) - **gravitační spektrální posuv**, o němž jsme se již výše zmínili. Podle vztahu (2.36) ve dvou místech s různým gravitačním potenciálem budou témuž intervalu souřadnicového času odpovídat různé intervaly vlastního času.

04 - Jestliže světlo přichází z místa o větším gravitačním potenciálu do místa s nižším potenciálem, jeho frekvence se snižuje - jedná se o **gravitační rudý posuv**. Naopak, při šíření záření z míst o nižším gravitačním potenciálu do míst se silnějším gravitačním polem dochází k **modrému posuvu** - frekvence světla se zvyšuje.

05 - Takto vyplývá gravitační frekvenční posuv z geometrické interpretace gravitačního pole v obecné teorii relativity. Ke stejnému závěru včetně vztahu (2.41') však lze dojít i elementárnějšími postupy.

06 - I když gravitační frekvenční posuv je v pozemských podmínkách zcela nepatrný a v praktickém životě se neuplatňuje, podařilo se i v tíhovém poli Země gravitační rudý posuv **experimentálně prokázat** a změřit.

07 - Kromě toho existují **astronomická ověření** gravitačního rudého posuvu. Světlo vysílané atomy z povrchu Slunce přichází na Zemi podle vztahu (2.41') s rudým posuvem  $\Delta\omega/\omega \cong 2 \cdot 10^{-6}$ , což činí několik procent šířky Fraunhoferových čar. Tento efekt je dobře měřitelný spektroskopickými metodami, avšak kromě korekce na Dopplerův posuv způsobený relativním radiálním pohybem Země a Slunce se zde výrazně projevuje proudění horkých plynů na povrchu Slunce.

.....

(\*) Výrok z Petráskova citátu „Podle OTR tikají atomové hodiny na satelitech GPS rychleji“ je v rozporu s výrokem prof. Kulhánka z Aldebaranu, tj. že :

„Dilatace času. Časový interval mezi dvěma událostmi (například počátkem a koncem shlédnutí filmu) je nejkratší ve vlastní soustavě (v soustavě spojené s oběma událostmi, tedy v kině). Všude jinde se zdá, že doba uběhla mezi počátkem a koncem tohoto děje je delší.“

Je vidět, že výroky musí být naprosto přesné a jednoznačné.

.....  
12.12.2007 - pokračuji ve sběru informací →

To je velmi zajímavé a budu o tom přemýšlet.

## Koncept relativistické hmotnosti

Michal

Zaslal: st, 12. prosinec 2007, 14:30 Předmět: Re: Koncept relativistické hmotnosti



Založen:  
04. 03.  
2006  
Příspěvky:  
910

**Vojta Hála napsal:**

**Jirka napsal:**

Pripomina mi to klasickou otazku: Budou se dva paralelne letici fotony (klidova hmotnost nulova, vlastni cas jim nebezi) pritahovat?

Já jsem dost přesvědčen, že ne. Ale ověřeno to z pochopitelných důvodů není.

Ty diskuse o tom, zdali kinetická energie vytváří gravitační pole nebo ne by už měli skončit. Pokusím se časem sehnat pár seriozních odkazů stran toho, že veškerá forma hmoty a energie má stejné gravitační účinky.

Podle OTR se přitahují dokonce i gravitony (všichni znáte Geon, ale i rozptyl dvou gravitačních vln o sebe).

Rovnice OTR mají na levé straně Einsteinův tenzor křivosti, na pravé tenzor energie-hybnost. Pokud aplikujeme na obě strany rovnice operaci konvoluce (doufám, že se to tak jmenuje), dostaneme jednodušší rovnici (taky správnou).

Ta má na levé straně **skalární křivost**, na pravé **klidovou hmotnost**. Takže - klidová hmotnost vytváří skalární křivost časoprostoru (je to něco jako střední či průměrná křivost ve všech směrech).

Ale to proboha neznamená, že kde není skalární křivost, tam není gravitační pole!!! Nad povrchem Země není žádná hmota, takže je zde také nulová skal. křivost. A přeci zde máme gravitační pole.

Křivost - to je jen změna (vlastně spíše změna změny) metrického tenzoru v prostoru. **Hmota tedy nevytváří gravitační sílu, jen tu křivost. A naopak !** Rovnice OTR nám klidně dají netriviální řešení i v prostoru bez jakékoliv klidové hmoty.

Fotony nějaké gravitační pole musejí vytvářet - jejich tenzor energie - hybnost není nulový, tím pádem nemůže být nulový ani Einsteinův tenzor křivosti na druhé straně rovnic. Zdali se budou přitahovat nebo odpuzovat, to je ovšem druhá věc - je klidně možné, že na sebe nebudou působit vůbec.

Pokud ale poletí proti sobě, budou mít ve chvíli, kdy se potkají, stejné grav. účinky, jako kdyby tam byla částice o stejné klidové hmotnosti (Energie se sečtou, hybnosti odečtou a jiné složky v tenzoru energie-hybnost pro neinteragující částice nejsou).

Já nevím, jestli není trochu problém s tou "minkowskostí" časoprostoru - že totiž "vzdálenost" není součet vzdáleností v  $x$  a v  $t$ , ale jejich rozdíl, stejně tak "celková energie" není součet energie a hybnosti, ale jejich rozdíl (což je právě zas ta klidová hmotnost). "Součet" jsem ted' myslel něco jako pythagorovu větu.

Takže závěrem:

Fotony letící jedním směrem nedokážou vytvořit zakřivení časoprostoru (skalární křivost). To ale ještě neznamená, že nemají vůbec žádné gravitační účinky. V Geonu je skalární křivost nulová všude. A v černé díře vlastně taky - až na jeden malinký bod uprostřed (kde je teda pro změnu nekonečná).