

## Lze vysvětlit paradox dvojčat v rámci speciální teorie relativity?

Jiří Langer


Publikováno: Vesmír 78, 490, [1999/9](#)

- Čemu se říká paradox dvojčat? Jedním ze základních kamenů speciální teorie relativity je relativní zpomalení (dilatace) času. Hodiny, které se pohybují vzhledem k inerciálnímu systému (v němž platí princip setrvačnosti), jdou pomaleji než hodiny, které jsou v daném systému v klidu. ← Už toto není přesná formulace. A zadruhé : nestanovilo se „kdo“ výrok říká, který pozorovatel. To je nezbytné. Naprosto nutné... musí být řečeno, že základní pozorovatel je v základní soustavě, která je volena a pasována do klidu. V této soustavě pak „leží, plavou, existují veškeré předměty celého vesmíru“. Takže v základní soustavě „v klidu“ se pohybuje předmět = hodiny. Na hodinách se tempo plynutí času nemění, ale informace která k nám „z hodin v pohybu“ dorazí říká, že tempo plynutí času na hodinách se zpomalilo. Toto zpomalení chodu času závisí pouze na rychlosti hodin, ne na jejich zrychlení vůči inerciální soustavě. Což je také nesmysl. !! Aby hodiny-mechanismus produkující intervaly časové měl stále vyšší a vyšší rychlost pro „stop-stav“ zjištění, tak musí ty mechanické hodiny ( což je raketa ) zrychlovat. Zrychlováním se dosahuje stále jiné rychlosti, vyšší. Takže ( ač pomocí zrychleného pohybu nezjišťujeme dilataci ) tak různé velké dilatace času závisí (!) na zrychleném pohybu hodin. Zpomalení-zpomalování tempa plynutí času tedy závisí na tom zrychlování pohybu tělesa v očích pozemského pozorovatele, tj. pozorovatele v inerciální soustavě. Zpomalení chodu hodin, tj. tempa plynutí nemůže bez zrychlování pohybu hodin nastat. Teprve když toto zrychlení přejde v pohyb rovnoměrný, můžeme ho sledovat, vyhodnocovat, stanovit „stop-stav“ velikosti onoho zpomalení chodu hodin. Tato skutečnost je velmi spolehlivě experimentálně ověřena. „Co“ je, pane Langer, „spolehlivě“ zjištěno ?, co ?.., celá procedura je nespolehlivě zde panem Langerem popisována...Efekt závisí na druhé mocnině poměru rychlosti hodin (( pane Langer nepoužívejte slovíčko „rychlost“ hodin , používejte „tempo“ plynutí času... slovíčko rychlost jsme darovali jinému fyzikálnímu jevu )) k rychlosti světla, a proto je za běžných okolností zanedbatelně malý. To znám už...vše co je zanedbatelně malé, to fyzikové rádi deklasují „z principu“ ... rád později najdu vhodný příklad

Jestliže netrpělivě přecházíme po chodbě, když čekáme na úřadě, počínáme si sice z hlediska teorie relativity správně, protože náš čas běží pomaleji než čas sedícího úředníka, rozdíl v uběhnuvším čase je však příliš malý, než aby jej nejlepší hodinky dokázaly změřit. I pro tuto naivní stupiditu je nutno poznamenat, že žádné hodiny své tempo plynutí času nemění, pouze jeden z těch dvou pozorovatelů může „pozorovat“

jak tomu druhému ty hodiny jdou pomaleji... I kdybychom přecházeli rychlostí rovnou polovině rychlosti světla, ušetřili bychom necelých dvacet procent času. Kdo „my“ ? my velitel rakety ? anebo „my“ pozorovatel na Zemi ?..prostě pan Langer si z STR dělá srandu. Velikost efektu však dramaticky narůstá pro rychlosti blízké rychlosti světla, jimiž se pohybují částice v urychlovačích či v kosmickém záření.

Tento efekt se popularizoval příkladem, jehož autorem je snad sám Albert Einstein: Ze Země odletí raketa, v níž cestuje jedno z dvojčat, zatímco druhé zůstane na Zemi. (Dvojčata představují dvoje identicky sestrojené hodiny. O.K. ) Raketa se urychlí Langer ale o kousek výše tvrdil, že „u r y c h l o v á n í“ nemá NIC společného se zpomalením chodu času. Opakuji ho : že nemá nic !!! společného se zpomalením času. na rychlost blízkou rychlosti světla, někde ve vesmíru se obrátí a vrátí se na Zemi. Tam svého blížence očekává stařec, astronaut však zestárl jen málo. To je ovšem velmi zkreslený a špatný výklad. !

Zní to podivně, zatím však nejde o žádný paradox. Ten se objeví v okamžiku, kdy astronaut učiní chybnou úvahu ( následující úvaha ovšem není astronautova, ale Langerova, a je právě proto chybná. Astronaut „Z“ by tu chybu neudělal - - Astronautovu úvahu popíši níže, zde  ): Podle teorie relativity je veškerý pohyb relativní. Během své cesty jsem pozoroval, že se Země ode mne vzdaluje určitou rychlostí, pak se otočila a začala se ke mně vracet. Hodiny umístěné na Zemi jdou tedy pomaleji než hodiny, které si vezu s sebou, a můj sourozenec tedy bude po mém návratu mladší než já. Po setkání bratrů však už nelze argumentovat relativitou pohybu – jejich vzájemné stáří nakonec porovnáme v jediném vztažném systému.

- Co tvrdí speciální princip relativity? Podle jejího základního postulátu jsou všechny inerciální systémy rovnoprávné. O.K. Jsme-li v uzavřené místnosti bez oken, nemůžeme rozhodnout, zda je místnost vzhledem k určitému inerciálnímu systému v klidu, nebo zda se vzhledem k němu rovnoměrně přímočaře pohybuje. O.K. Kde je tedy chyba v kosmonautově úvaze? Postulovali jsme, né my, ale Langer postuloval že hodiny jdou pomaleji, nejdou pomaleji, ani první hodiny ani druhé hodiny, pouze pozorovatel, ten, koho jsme za pozorovatele stanovili a pasovali jeho soustavu do klidu, tak ten pozoruje dodané informace z rakety, že „tam“ dilataje čas, protože má raketa – v soustavě pozorovatele – relativistickou rychlost... vůči pozorovateli. Na raketě se žádná dilatace nepozoruje. Jen my doma pozorujeme, dostáváme „pootočené informace“ z rakety. jestliže se pohybují vzhledem k inerciálnímu systému, ale systém spojený s raketou inerciální není! ? pozor ! raketa může a má dva druhy pohybu : jednak když urychluje pohyb, pak „nese“ svou vlastní soustavu“ a tu musí pozorovatel považovat za neinerciální. Ve chvíli kdy raketa změní tento nerovnoměrný pohyb na rovnoměrný, - a to zřejmě možné je – pak je raketa spojena se svou vlastní soustavou inerciální. Jinak by se totiž raketa neurychlila a nemohla by se vrátit. Astronautova úvaha, která vedla k paradoxu, byla neoprávněná. Tak blbou úvahu, presentovanou Langerem, by inteligentní astronaut neřekl ..

O paradoxu se z hlediska neinerciálního systému diskutuje v učebnicích obecné relativity, protože potřebný matematický aparát je s aparátem obecné teorie relativity téměř shodný. Jde však o pouhý přepis vztahů speciální relativity do neinerciálních systémů, ?? tedy o teorii plochého prostoročasu v obecných souřadnicích. ?? Jenže STR se netýká obecného časoprostorového plochého prostředí. STR se týká P O H Y B U rovnoměrného soustavy spojené s tělesem v pohybu a...a tato „vlastní“ soustava

tělesa je „vnořena“ do soustavy souřadné pozorovatele, který vyhodnocuje pak jakési relativistické efekty jako je dilatace a kontrakce a změnu hmotností. Celá ta soustava pozorovatele, čili soustava spřažená s pozorovatelem i s tou „vlastní soustavou“ tělesa které se pohybuje a to v soustavě pozorovatele, tak obě tyto soustavy mohou být považovány za to že jsou obě vnořeny do nějakého časoprostoru, možná plochého, možné méně plochého a možná i do pěnovitěho časoprostoru. A ta je obdobou výkladu newtonovské mechaniky v neinerciálních systémech, kde však je matematická obtížnost tohoto rozšíření malá. Obecnou teorií relativity se zpravidla rozumí až teorie zakřiveného prostoročasu, **Pan Langer ještě nedořekl a nedovysvětlil STR a už sem zatahuje OTR ...** tedy teorie skutečného gravitačního pole buzeného rozložením hmot, ale to je do značné míry věc terminologická.

- Za zdánlivost může potenciál zdánlivých sil. Síly, které nám **komu „nám“ ?? , nám pozorovateli na parkovišti, nebo nám v autě anebo nám někde na vzdáleném kvasaru ? To je nedokonalý výklad, kdy jednak nejsou stanoveny předem soustavy a pak kdy se jich autor výkladu nedrží a necítí je...** působí nepříjemnosti v prudce brzdícím vozidle, jsou síly zdánlivé. **Pro koho ?** Kdo si někdy udělal bouli nárazem hlavy na čelní sklo, nebude nadšen vysvětlením, že za to může zdánlivá síla. Bouli mu udělala pravá síla, kterou působilo sklo na jeho hlavu, k nárazu však došlo proto, že zatímco automobil brzdil, nepřipoutaný pasažér se snažil pokračovat setrvačností v rovnoměrně přímočarém pohybu a z hlediska vnějších pozorovatelů na něj síla začala působit až v okamžiku nárazu. Proto se síla, která ho vzhledem k automobilu urychluje, označuje jako „zdánlivá“. **Prostě toto je výklad stylu „paskvil“.**

Právě díky „zdánlivým“ silám má astronaut v raketě jiné zážitky než sourozenec na Zemi. **Za své pomalejší stárnutí zaplatil** a už je to tu : Langer sám ve výkladu výše zkritizoval chybné myšlení astronauta ( které sám vymyslel ) a nyní ho sám znova používá. Astronaut žádné zpomalení stárnutí nepozoruje, na sobě... **tím, že při urychlování rakety byl tlačěn do opěradla svého sedadla a při brzdění pozoroval přetížení v opačném směru. Jenže tu Langer trestuhodně klame když zpomalené stárnutí připisuje urychlovanému pohybu a při brzdění, že astronaut naopak stárnutí urychluje, to pominul, respektive to brzdění také považuje za zpomalení stárnutí.** Pokud se tedy spokojí jen s kvalitativním vysvětlením, sourozenec na Zemi stárl rychleji proto, že při urychlovací a brzdící fázi letu volně padal v poli zdánlivých sil, nerozeznatelných od účinků stejnorodého gravitačního pole. Matematický popis situace pak ukáže, že hodiny na Zemi jdou z hlediska systému spojeného s raketou skutečně rychleji. **Svou verzi a vysvětlení ukáží zde →**  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_104.doc](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_104.doc)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_103.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_103.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h\\_102.doc](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/h/h_102.doc)

Proti tomuto vysvětlení můžeme protestovat. Představme si, že máme trojčata, obě zároveň nasedla do raket, třetí zůstalo na Zemi. Dvě rakety se celý rok urychlovaly na rychlost blízkou rychlosti světla. Po roce začalo první dvojčete brzdit, raketu otočilo a vrátilo se na Zemi. Druhé několik let pokračovalo v rovnoměrně přímočarém pohybu, a pak se teprve vrátilo na Zemi stejným způsobem jako jeho sourozenec. Uvažujeme-li o situaci **z hlediska inerciálních pozorovatelů na Zemi, dojdeme k závěru, né my, ale Langer dojde k závěru..a Papuánec dojde k jinému závěru .. a**

Tibet'an taky k jinému...já například dojdou rozhodně k jinému závěru než Langer že po opětném setkání bude nejstarší ten sourozenec, který zůstal doma, a nejmladší ten, který letěl nejdéle. A to jste si pane Langr vycucal kde ?, přečetl v Materiřdoušce ? nebo odkud to máte ? Předtím jsme ale řekli, že rychlejší chod hodin na Zemi lze z hlediska raket vyložit přítomností pole zdánlivých inerciálních sil v systému raket. Jenže oba astronauti provedli urychlovací a brzdicí manévry naprosto stejným způsobem, jejich zážitky i trvání těchto období jsou naprosto stejné, stejně dlouho pociťovali účinky zdánlivého gravitačního pole. Jak tedy vysvětlit rozdíl v přírůstku času na pozemských hodinách z hlediska systémů spojených s raketami?



Odpověď je, že chod hodin v jejich systémech nezávisí na intenzitě zdánlivého gravitačního pole, nýbrž na jeho potenciálu. Gravitační síla, která na nás působí v pátém a desátém patře budovy, je stejná. K vystoupení do desátého patra však potřebujeme vykonat větší práci než vyjít do pátého, a naopak pádem z desátého patra získáme větší pohybovou energii než pádem z pátého. V druhém patře máme větší potenciální energii, která je součinem naší hmotnosti a potenciálu gravitačního pole. A chod hodin v neinerciální soustavě závisí na potenciálu, ne na intenzitě zdánlivé gravitační síly. Když druhý z astronautů provádí otáčecí manévry, je Země dále, než když se otáčel jeho sourozenec, a tedy je na vyšším potenciálu. **Bez matematického zápisu těžko vyložím, jak to přesně funguje, rád bych ho viděl.** Zdalipak tam máte, že při brždění tempo času „na raketě“ nezpomaluje, ale naopak ! ( přičemž nutno znovu zopakovat, že na raketě se tempo plynutí času nemění, jen my zde v soustavě pozorovatele to tak pozorujeme ) ale chci jen poukázat na to, že situace v systémech spojených s oběma raketami není identická ani během otáčecího manévru, a proto popis chodu hodin na Zemi vypadá v každém z uvedených případů jinak.

- Paradox dvojčat jako prostředek pro kosmické testování. Efekty dilatace času i efekty vlivu zdánlivého i skutečného gravitačního pole a jejich nerozlišitelnost **jsou dnes velice spolehlivě experimentálně ověřeny.** Jenže to jsou efekty sledované v soustavě pozorovatele a jsou způsobeny vzájemným pootáčením soustav pozorovatele a pohybujícího se tělesa V sedmdesátých letech Hafele a Keating vzali tři identické standardy času, jeden nechali v laboratoři, druhé dva poslali na leteckou cestu kolem světa (jeden západním a jeden východním směrem). Protože se Země otáčí směrem k východu a rychlost obou letů byla přibližně stejná, sčítala se s rychlostí rotace Země při letu na východ a odečítala se od ní při letu na západ. **Vzájemné pootočení letadla „východního“ s domácím pozorovatelem a letadla „západního“ s domácím pozorovatelem je jiné, proto také dilatace jsou jiné** Výsledný efekt byl sice neobvykle malý, ale měřitelný, a dopadl podle teorie. Hodiny letící na východ ukazovaly po srovnání s hodinami v laboratoři méně, hodiny letící na západ o něco více. **O.K., je to výsledek různých pootočení soustav** (Použitelnost dilatace času pro kosmické putování bývá zpochybňována tím, že stárnutí člověka je něco jiného než běh ideálních hodin.)

Předpokládejme ale, že se raketa pohybuje s konstantním zrychlením, takže **po celou dobu letu astronaut cítí stejnou tíži, jako když sedí na Zemi.** Takže na raketě stárnou stejným tempem jako na Zemi...ale každý z nich je-li pozorovatelem toho druhého dostane informace „natočené“ a tedy bude **pozorovat** ((špiš to, co pozoruje v y h o d

n o t í jako relativistické efekty )) jako relativistické efekty . Pokud platí, že účinek zdánlivé gravitace v raketě je stejný jako účinek skutečného gravitačního pole, pak se zdá přijatelný předpoklad, že astronaut bude stárnout stejně rychle vzhledem k hodinám, které si veze s sebou, jako jeho „pozemský“ druh vůči identickým hodinám na Zemi. !!! Takže konečně...konečně se tu říká, že čas na raketě běží stejným tempem jako na Zemi ...ale ...ale pozorovatel ( jeden z nich ) ze soustavy kterou si pasoval do klidu, „pozoruje“ dilataci, respektive kontrakci u toho druhého Tento princip ekvivalence „skutečné“ a „zdánlivé“ gravitace je však úhelným kamenem obecné teorie relativity, takže obecná relativita nám sem zadními vrátky přecejen vstupuje.

Z tohoto hlediska je „pomalejší stárnutí astronautů“ legitimní rekvizitou pro sci-fi. Pokud by cesta astronauta, který by celou dobu pociťoval pozemskou tíži, trvala z jeho hlediska rok, rozdíl v přírůstku času na Zemi by byl řádově měsíc. ??? a zase špatně Pokud by ale trvala deset let, na Zemi by zatím uběhly desítky tisíc let a astronaut by mohl doletět až k hranicím Galaxie. Možnost sestrojít raketu, která by se takto pohybovala, je však mizivá. Jestliže se rychlost rakety blíží rychlosti světla, roste její energie jenže tento výrok musí někdo říci...kdo ? Velitel rakety anebo Pozemšťan ? Přeci i Zeměkoule se pohybuje téměř rychlostí světla ! ! pozoruje to vzdálený pozorovatel z toho „posledního“ kvasaru, taky nás pozoruje že máme rychlost skorocéčkovou...a podle Langeru tedy nám narostla energie do obrovských hodnot do obrovských hodnot – v mezním případě rychlosti světla by vzrostla k nekonečnu. Je tedy vcelku oprávněné, že od té doby, co Isaac Asimov vymyslel cestování hyperprostorem, upadla tato metoda cestování po Galaxii u autorů sci-fi v nemilost. Cesty hyperprostorem sice v současné fyzice nemají žádné oprávnění, alespoň však netrpí tím nedostatkem, že se kosmický agent vyslaný na druhý konec Galaxie vrátí, až když se na Zemi vystřídá spousta generací.

Lze tedy v rámci speciální teorie relativity vysvětlit paradox dvojčat? Odpověď zní: ano, s malým i když... (viz výše).<sup>1)</sup>

JN, 11.10.2014