

Zdroj → <http://scienceworld.cz/fyzika/einsteinovy-rovnice-a-stroje-casu-1878>

Einsteinovy rovnice a stroje času

Fyzika | 05.05.05

První řešení Einsteinových rovnic připouštějící cestování časem, které roku 1949 našel Gödel, bylo považováno za kuriozitu a osamocenou anomálii rovnic. Od té doby však byly objeveny tucty řešení Einsteinových rovnic, která cestování časem umožňují. Zjistilo se například, že takové je i jedno staré řešení, které roku 1936 objevil W. J. van Stockum. Toto van Stockumovo řešení obsahuje nekonečný válec, který se rychle otáčí kolem své osy podobně jako barevné reklamní tyče před starými holičskými krámkami.

Einstein však zavedl pojem relativního času, takže jedna sekunda na Zemi již nebyla jednou sekundou na Měsíci. Čas byl najednou jako stará dobrá Mississippi – kroutil se na své pouti mezi planetami a hvězdami a zpomaloval, když procházel kolem nebeských těles. Otázka, již nyní vznesl matematik Kurt Gödel, zněla: může řeka času obsahovat víry a otáčet směr svého toku? Může se rozdělovat do dvou toků a vytvářet tak paralelní vesmír? Touto otázkou se Einstein musel zabývat v roce 1949, když Gödel, Einsteinův soused v ústavu a pravděpodobně největší matematický logik minulého století, ukázal, že Einsteinovy rovnice připouštějí cestování časem. Gödel vycházel z představy vesmíru, jenž je naplněný plynem a otáčí se. Pokud byste se vydali na cestu vesmírnou lodí a obletěli kolem celého vesmíru, mohli byste zpět na Zemi doletět dřív, než jste ji opustili. Jinými slovy, v Gödelově vesmíru bylo cestování časem přirozeným jevem – člověk by při cestě kolem vesmíru běžně cestoval zpět v čase.

To Einsteina zarazilo. Zatím pokaždé, když se lidé snažili nalézt řešení Einsteinových rovnic, dospěli k výsledkům, jež – jak se zdálo – odpovídaly pozorováním. Stáčení perihelia Merkuru, rudý posuv, ohyb světla hvězd, gravitace hvězd a tak dále, to vše velmi dobře odpovídalo experimentálním datům. Nyní dávaly jeho rovnice řešení, jež zpochybňovalo veškeré naše představy o čase. Pokud by se běžně dalo cestovat časem, nedaly by se psát dějiny. Minulost by byla jako písek unášený větrem a bylo by ji možné změnit pokaždé, když by někdo vstoupil do svého stroje času. A co je ještě horší – kdyby člověk vytvořil časový paradox, mohl by zničit samotný vesmír.

Stroje času narušují kauzalitu, což je uctíváný fyzikální princip. Z kvantové teorie nebyl Einstein příliš šťastný právě kvůli tomu, že nahradila kauzalitu pravděpodobnostmi. Gödel nyní kauzalitu zrušil úplně! **Po zralé úvaze Einstein nakonec Gödelovo řešení zavrhnul, protože, jak upozornil, neodpovídá pozorovaným skutečnostem: vesmír se rozpíná a neotáčí se, takže cestování časem mohlo být odloženo – přinejmenším prozatím. Zůstávala tak ale otevřená eventualita, že pokud by se vesmír otáčel, místo aby se rozpínal, cestování časem by bylo běžnou záležitostí. Cestování časem je v tomto vesmíru neproveditelné, principiálně !, s tím souhlasím, samozřejmě, ale k „otáčení“ vesmíru, bych řekl, no ...no, zřejmě není „střed“ otáčení, ale možná lze z libovolného místa ve vesmíru pozorovat do velkoškálové struktury čp zakřivení čp tak, a takové, že z dané pozorovatelné je „konec viditelnosti“ tj. „periferie vesmíru“ pro daného pozorovatele „periferií = koncem“ protože zde už čp se pootočil tak, že původní souřadnicová příčka axiální (z místa pozorovatele) se zatočila do radiální polohy kolmé k pozorovateli. Mělo ale trvat ještě dalších pět desítek let, než pojem cestování časem znovu ožil a stal se z něj důležitý výzkumný obor.**

...

První řešení Einsteinových rovnic připouštějící cestování časem, které roku 1949 našel Gödel, bylo považováno za kuriozitu a osamocenou anomálii rovnic. Od té doby však byly objeveny tucty řešení Einsteinových rovnic, která cestování časem umožňují. Zjistilo se například, že takové je i jedno staré řešení, které roku 1936 objevil W. J. van Stockum. Toto van Stockumovo řešení obsahuje nekonečný válec, který se rychle otáčí kolem své osy podobně jako barevné reklamní tyče před starými holičskými krámkami. Pokud byste kolem tohoto rotujícího válce

cestovali dokola, mohlo by se vám podařit vrátit se do původního místa dřív, než jste jej opustili, což je hodně podobné Gödelovu řešení z roku 1949. I když je toto řešení fascinující, spočívá jeho problém v tom, že válec musí mít nekonečnou délku. Konečný otáčející se válec zřejmě nebude fungovat. **V principu lze tedy jak Gödelovo, tak van Stockumovo řešení vyloučit z fyzikálních důvodů.**

Roku 1988 našli Kip Thorne a jeho kolegové na Caltechu ještě jiné řešení Einsteinových rovnic, které připouští cestování časem pomocí červí díry. Problém jednosměrné cesty horizontem událostí se jim podařilo vyřešit tak, že ukázali, že jistý nový typ červí díry je zcela průchozí. Vypočítali dokonce, že cesta takovýmto strojem času může být stejně pohodlná jako cesta letadlem.

Klíčem ke všem těmto strojům času je hmota či energie, která zakřivuje prostoročas do sebe. Přemýšlím jak skloubit křivost „expandujícího“ vesmíru, tj. vývoj křivosti v čase pro daného pozorovatele, a křivost jakožto „stop-stav“ v jisté zvolené historické době vesmíru. Abyste čas stočili do preclíku, potřebujete neskutečné množství energie, které se zcela vymyká všemu, co moderní věda zná. Na Thorneův stroj času je zapotřebí záporná hmota nebo energie (hmota či energie se zápornou hustotou). Zápornou hmotu ale ještě nikdo neviděl. Kdybyste jí kousek drželi v ruce, nepadala by dolů, ale nahoru. Hledání záporné hmoty bylo bezvýsledné. Pokud by na Zemi před miliardami let nějaká existovala, už by dávno spadla do kosmu a byla by navždy ztracena. **Záporná energie ovšem doopravdy existuje a jejím důsledkem je Casimirov jev. ??** Vezmeme-li dvě neutrální rovnoběžné kovové desky, víme, že jsou nenabitě a že se tudíž vzájemně ani nepřitahují, ani neodpužují. Měly by tedy zůstat v klidu. Roku 1948 však Hendrik Casimir objevil neobvyklý kvantový jev. Ukázal, že tyto dvě rovnoběžné desky se budou ve skutečnosti vzájemně přitahovat malou, avšak nenulovou silou, jež byla později skutečně naměřena v laboratoři.

Thorneův stroj času lze tedy postavit takto: vezměte dvě sady rovnoběžných kovových desek. Díky Casimirovu jevu bude mít oblast mezi deskami zápornou energii. ?? Záporná energie uvnitř této oblasti otevře podle Einsteinovy teorie drobné dírký či bublinky v prostoročasu (menší než subatomární částice). Nyní čistě teoreticky předpokládejte, že nějaká rozvinutá civilizace, která daleko předstihla tu naši, dokáže s těmito dírami manipulovat. Představte si, že obě sady desek vezme a vzdaluje je od sebe, dokud nebudou spojeny dlouhou trubící neboli červí dírou. (Propojení tohoto páru rovnoběžných desek pomocí červí díry ovšem leží zcela mimo možnosti dnešní technologie.) Pak jeden pár desek pošlete na cestu raketou, jež se pohybuje téměř rychlostí světla, takže čas na palubě této raketové lodi je zpomalený. Jak jsme si říkali dříve, jdou hodiny v raketě pomaleji než hodiny na Zemi. Skočíte-li ?? do mezery mezi deskami, které zůstaly na Zemi, budete protaženi červí dírou, jež obě sady desek propojuje, a octnete se v raketě v minulosti, v odlišném místě prostoru a času. Od té doby se z výzkumu strojů času (neboli správněji „uzavřených časupodobných křivek“) stala živá oblast fyziky. Na toto téma vycházejí desítky článků popisujících různá schémata strojů času, které jsou ovšem vždy založeny na Einsteinově teorii. Ne všechny fyziky to ale těší. Například Stephena Hawkinga myšlenka cestování časem neuchvátila. Jednou poněkud ironicky řekl, že pokud by se dalo časem cestovat, byli bychom zaplaveni turisty z budoucnosti, ale přitom tu nikoho takového nevidáme. Kdyby stroje času byly běžné, nedaly by se zaznamenávat dějiny, protože by se změnily vždycky, když by někdo otočil ovládačem svého stroje času. Hawking prohlásil, že chce historikům zajistit bezpečný svět. Kniha T. H. Whitea nazvaná *The Once and Future King* popisuje mravenčí společenství, jež se řídí výrokem: „Vše, co není zakázáno, je povinné.“ **Fyzikové si tento zákon berou k srdci, takže Hawking byl donucen postulovat „hypotézu o ochraně časového pořadí“, která stroje času úředně zapovídá. (Hawking mezitím pokusy o důkaz tohoto předpokladu vzdal. Dnes hájí názor, že stroje času jsou sice teoreticky možné, ale v praxi jsou nepoužitelné.)**

Tyto stroje času se zřejmě řídí fyzikálními zákony, které již v současnosti známe. Vtip spočívá samozřejmě v tom, dostat se nějak ke zdroji této ohromné energie (kterou mají k dispozici pouze „dostatečně rozvinuté civilizace“) a ukázat, že tyto červí díry jsou skutečně stabilní vůči kvantovým korekcím a nevybuchnou ani se nezavřou, jakmile do některé z nich vstoupíte.

Měli bychom také poznamenat, že stroje času by mohly vyřešit časové paradoxy (například to, že zavraždíte své rodiče dříve, než se narodíte). Einsteinova teorie je založena na hladkých, zakřivených Riemannových plochách, takže když vstoupíme do minulosti a způsobíme časový paradox, nemůže se stát, že bychom jednoduše zmizeli. Paradoxy spojené s cestováním časem mají dvě možná řešení. Za prvé – můžou-li se v řece času tvořit víry, potom svou cestou ve stroji času minulost možná prostě jen naplníme. Znamená to, že cestování časem je možné, ale minulost nemůžeme změnit, pouze ji dovršíme. To, že jsme do stroje času vstoupili, se muselo stát. Tento názor zastává ruský kosmolog Igor Novikov, jenž říká: „Nemůžeme poslat cestovatele časem do zahrady rajské, aby vysvětlil Evě, že to jablko ze stromu nemá trhat.“ Za druhé – sama řeka času se může rozdělit na dvě řeky; to znamená, že se může otevřít paralelní vesmír. Pokud tedy zastřelíte své rodiče dřív, než se narodíte, zabili jste prostě osoby, které jsou sice geneticky totožné s vašimi rodiči, ale vašimi rodiči ve skutečnosti vůbec nejsou. Vaši vlastní rodiče vás skutečně porodili a umožnili existenci vašeho těla. Došlo k tomu, že jste přeskočili mezi naším a cizím vesmírem, takže všechny časové paradoxy jsou vyřešeny.

...

Roku 1955, se Einstein doslechl, že zemřel Michele Besso, jenž Einsteinovi pomáhal vybrušovat představy o speciální relativitě. V dojemném dopisu Bessovu synovi Einstein psal: „Na Michelelem jsem nejvíce obdivoval to, že dokázal tolik let žít s jedinou ženou, a to nikoliv pouze ve shodě, ale také v trvalé jednotě, což je něco, v čem jsem já dvakrát politováníhodně selhal. ... I v odchodu z tohoto podivného světa mě tedy opět o něco málo předešel. To však nic neznamená. Pro ty z nás, kdo věří ve fyziku, je rozlišování mezi minulostí, přítomností a budoucností pouhou, byť houževnatou, iluzí.“

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 velkána 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 přináší fyzikům Nobelovy ceny. Einstein, jenž přes ohromující popularitu zůstal skromným a vlídným člověkem, může být i dnes vzorem každému z nás.



$$\begin{array}{l}
 m_0 \cdot x_c = m \cdot x_v \quad 1 \cdot 1 = \infty \cdot 0 \quad ; \quad m_0 \cdot x_{HV} = m \cdot x_c \quad 1 \cdot \infty = \infty \cdot 1 \\
 x_c \cdot t_c = t_w \cdot x_v \quad 1 \cdot 1 = \infty \cdot 0 \quad ; \quad x_{HV} \cdot t_v = t_w \cdot x_v \quad \infty \cdot 0 = \infty \cdot 0 \\
 m \cdot t_c = t_w \cdot m_0 \quad \infty \cdot 1 = \infty \cdot 1 \quad ; \quad m \cdot t_c = t_w \cdot m_0 \quad 1 \cdot 1 = \infty \cdot 0
 \end{array}$$

- a) bude-li čas konstantní, posuzujeme komplementaritu : $m \cdot x_v = m_0 \cdot x_c$
- b) bude-li délka konstantní, posuzujeme komplementaritu : $m \cdot t_c = m_0 \cdot t_w$
- c) bude-li hmota konstantní, posuzujeme komplementaritu $x_c \cdot t_c = x_v \cdot t_w$

je-li $t = \text{const.} \rightarrow x \dots$ klesá ; $m \dots$ roste
 je-li $x = \text{const.} \rightarrow t \dots$ roste ; $m \dots$ roste
 je-li $m = \text{const.} \rightarrow t \dots$ roste ; $x \dots$ klesá