Prostoročas a kvantování

Václav Dostál

Prostoročas vs. prostor a čas

Při jedné písemné debatě mi na otázku: „Je prostoročas geometrickým objektem?“ můj oponent odpověděl: „Prostoročas je to, v čem žijeme.“ Možná jsem se měl ptát, zda prostoročas je geometrickým **konstruktem**, protože výraz „objekt“ může znamenat pouhou představu, něco neurčitého, neměřitelného, ale může existovat skutečný, měřitelný objekt.

Je „prostoročas“ („space-time“) používaný Einsteinem, geometrickým konstruktem, nebo lze jej zaměnit s prostorem a časem, v nichž se nalézáme, kde žijeme?

V následujícím textu, který se ze značné části kryje s textem obsaženým v mé „Knize o vakuu“ [1] se snažím na tuto otázku odpovědět.

Několik základních pojmů

Pro naprosté laiky nejdříve uvedu opakování pojmů ze střední školy. **Bod** nemá žádný rozměr neboli má nula rozměrů. **Přímka** má jeden rozměr – délku, neboli přímka je jednorozměrný **geometrický prostor**. **Rovina** je dvourozměrný geometrický prostor – s rozměry (souřadnicemi): délkou a šířkou. **Trojrozměrný** geometrický prostor má tři rozměry – délku, šířku a výšku. O čtyřrozměrném geometrickém prostoru vizte níže.

Souřadnice bodu (na přímce, v prostoru) je jeho vzdálenost od námi **zvoleného** počátečního bodu, zvaného počátek. Přitom délka se označuje x nebo x_1, šířka y nebo x_2, výška z nebo x_3.

Vzdálenost dvou bodů na přímce je rozdíl souřadnice od počátku vzdálenějšího bodu a souřadnice počátku bližšího bodu: $\Delta s = x_2 - x_1$, kde symbol Δs **nelze roztrhnout** na dva, **nejde** o součin, nevynechali jsme tečku, symbol násobení.

Vzdálenost dvou bodů **v rovině** určíme podle Pythagorovou věty:

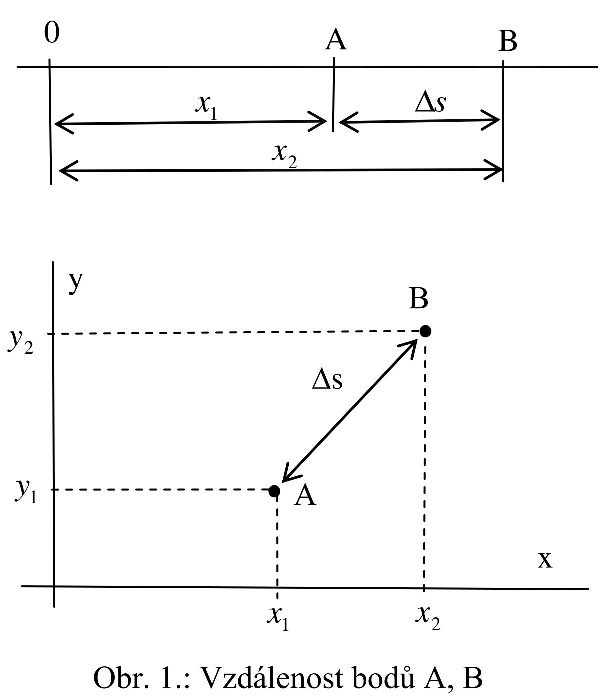
$$\Delta s^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2$$

Obdobně **pro trojrozměrný** prostor platí:

$$\Delta s^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_3)^2$$

neboli $\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2$, popřípadě $\Delta s^2 = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2$.

Podobně to bude platit u prostoročasu, ale na pravé straně rovnice budou čtyři členy.



Obr. 1.: Vzdálenost bodů A, B na přímce a v rovině

Výše uvedené pojmy se týkají prostoru se všemi rozměry (souřadnicemi) délkovými. Rozměry na osách x, y a popř. z mohou být zakresleny v nějakém měřítku, kdy délka na papíře (v grafu) znamená ve skutečnosti jinou délku, obvykle větší. Tomuto vymezení odpovídá wikipedická definice [2]: „***Časoprostor** nebo také **prostoročas** je fyzikální pojem z teorie relativity sjednocující prostor a čas do jednoho **čtyřrozměrného kontinua***.“ I tento prostor je zaplněn pouze zkoumanými objekty (např. body A, B), ale jinak je **prázdný**.

Prostoročas v Einsteinově teorii relativity

Zvláštním případem geometrického prostoru je tzv. **prostoročas**, který Einstein převzal od Minkowského a použil jej ve své teorii.

Výše uvedená wikipedická definice však pokračuje: „***Čas** hraje roli čtvrtého rozměru a je oproti zbylým třem prostorovým rozměrům význačný (například tím, že se v něm lze pohybovat jen jedním směrem). V obecné teorii relativity je časoprostor obecně zakřivený. ... Jednotlivé body časoprostoru nazýváme **události**.*"

Wikipedické tvrzení o čtvrtém rozměru, které se ovšem opakuje i jinde, není správné. Čas (sám o sobě) **nehraje** roli čtvrtého rozměru, ale tím čtvrtým rozměrem je **součin** *ict*, kde *i* je imaginární jednotka. Polohu **bodu** (jímž nahrazujeme celé těleso) nyní určujeme čtyřmi souřadnicemi: *x, y, z, ict* nebo x_1, x_2, x_3, x_4, kde $x_4 = ict$. To, že **bod** nyní pojmenujeme jako událost, je věcí onoho **pojmenování**, navíc nevhodného.

V předchozím citátu definice časoprostoru je řeč o jednosměrném pohybu časem. To je ovšem pohyb **reálný**, ve skutečném času, jen do budoucnosti, zatímco myšlený čili **abstraktní** pohyb v Minkowského-Einsteinově prostoročasu ve směru čtvrté souřadnice *ict* je možný oběma orientacemi – ve směru toku času i **proti** němu (ovšem násobeného rychlostí *c*) a to proto, že ten pohyb je **myšlený**.

Mezi Einsteinovým prostoročasem a naším prostorem a časem, jejichž jsme součástí, jsou rozdíly: Einsteinův prostoročas je fiktivní, náš prostor je reálný, geometrický prostor je prázdný, skutečný prostor je vyplněný energií a hmotou. Navíc: Einsteinův prostoročas je kontinuální, plynulý, kdežto reálný prostor i čas je kvantovaný – jeho rozměry mohou nabývat jen některých hodnot. (Poslední vlastnosti reálného prostoru si všimneme později.)

Vzdálenost ve čtyřrozměrném prostoročasu čili „prostoročasový interval" můžeme vyjádřit: $\Delta s^2 = (x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2 + (z_2 - z_1)^2 - c^2(t_2 - t_1)^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 - c^2\Delta t^2$. Zde jsme ve vztahu $\Delta s^2 = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 + \Delta x_4^2$ poslední v členu x_4 nahradili součinem *ict*, přičemž $i = \sqrt{-1};\ i^2 = -1$. Znaménko před posledním členem se tedy změní z + na –. Také jsme položili $[\Delta(ct)]^2 = c\Delta t^2$ proto, že *c* je konstanta a nemá smysl uvažovat o nějaké její malé změně Δc.

Poznamenávám, že všechny výše uvedené matematické výrazy se týkají eukleidovského prostoru, kdežto v zakřiveném prostoru je nemůžeme použít. V zakřiveném prostoru jsou všechny souřadnice zakřivené. Ale i zakřivený prostoročas má čtvrtou souřadnici *ict* a nikoli čas samotný. Pro naše úvahy o rozdílech mezi geometrickým a skutečným prostorem to nehraje roli.

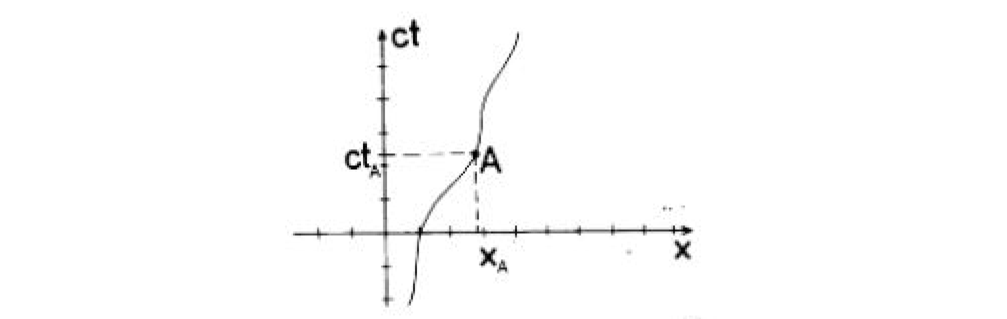
Prostoročasové diagramy

V první části tohoto bodu vycházím z [3], která začíná: „*Již ze střední školy umíme vyjadřovat závislost polohy částice (hmotného bodu, tělesa…) na čase také graficky. Čas jsme zvyklí **nanášet** na vodorovnou osu, souřadnici x na svislou. Z tvaru grafu ... poznáme, zda jde o pohyb rovnoměrný nebo nerovnoměrný, můžeme odečíst rychlost částice atd.*"

To jde o **kinematický** graf, závislost např.„dráhy" na času. Čas přitom **znázorňujeme** jako délku, kdy jedné sekundě (nebo jiné jednotce času) **přisoudíme** délku (úsečku délky), např. 1 cm. Avšak jde pouze o znázornění, nikoliv o ztotožnění! **Nelze** přece ztotožnit délku (dráhu) s časem.

Takovýto graf tedy znázorňuje časový **průběh** děje, zda námi studovaná (časová) událost probíhá rovnoměrně nebo nerovnoměrně, popř. že neprobíhá vůbec nijak – že studovaný pohyb se zastavil.

Text [2] pokračuje: „*Podobné diagramy jsou dobrou názornou pomůckou i ve speciální teorii relativity. Zde je ovšem zvykem orientovat **časovou** osu **svisle** a **prostorovou** (x-ovou) osu **vodorovně**. Na svislou osu se přitom většinou nanáší ne přímo hodnoty času t, ale součinu ct. (Na vodorovnou i svislou osu se tedy vynáší hodnoty v metrech* [či spíše v centimetrech].*)*

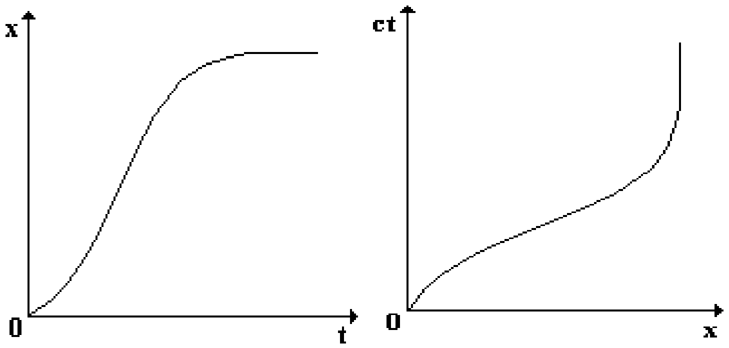


Obr. 2. Převzatý z [2]: *Prostoročasový diagram. (Jestliže dílek na ose x znamená délku 1 metr, dílek na svislé ose **představuje** časový interval* 1 sekundy*).* Místo „x“ může být „y“ nebo „z“.

Orientace os nehraje roli – nezávisle proměnnou veličinu nenanášíme na vodorovnou osu, ale na svislou. A závisle proměnnou veličinu nenanášíme na svislou osu, ale na vodorovnou. Je to nezvyklé pro absolventy ZŠ a SŠ, ale nedá se proti tomu nic namítat. Jestliže však „*na svislou osu se přitom většinou nanáší ne přímo hodnoty času t, ale **součinu** ct“*, pak **nejde** o kinematický graf, znázorňující časový průběh. Jde o závislost „dráhy“ *x* na součinu *ct* – ovšem nakreslenou tím nezvyklým způsobem. Přitom součin *ct*, součin rychlosti světla a času, je „dráha“, **vzdálenost,** a **ne čas**!

Poznamenávám, že se na takových grafech označuje svislá osa *ct* a nikoli *ict*. Je možné si to vzhledem k určování vzdálenosti dovolit: $\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 - c^2 \Delta t^2$ (protože $i^2 = -1$).

Pokračuji starším rozborem části webových stránek Jaroslava Reichla [4]. Všimněme si běžného grafického znázornění časového průběhu nějakého fyzikálního děje, konkrétně pohybu jednoho z bodů (nerotujícího) tělesa – obvykle hmotného středu – letícího prostorem po přímce. Podle obr. 3 vlevo (což je převzatý obr. 27. z uvedené stránky) se hmotný střed tělesa – a tedy i celé těleso – nejprve pohybuje zrychleně (podle křivkové závislosti), potom rovnoměrně přímočaře (podle přímkové závislosti), potom zpomaleně (další křivková závislost) a nakonec se zastaví (kdy vodorovná přímka ukazuje, že těleso neuletělo žádnou cestu *x*, zatímco čas plyne dál).



Obr. 3. Převzato: a) Graf závislosti dráhy *x* na času *t*. b) Graf nevznikne překlopením grafu a), ale uvedená stránka tvrdí, že tak vznikne. Graf **neudává** časový průběh, ale udává závislost ct na x.

Pan Reichl [4] výslovně uvádí: „*Uvažujeme-li pohyb tělesa pouze po přímce, pak se na vodorovnou osu nanáší souřadnice x, na osu svislou pak nikoliv čas t, ale hodnota součinu ct. Tak jsou hodnoty na obou osách ve stejných jednotkách.*“

Takže (znovu řečeno) **nejde** o grafy stejného druhu, ten první (obr. 3. vlevo) je pohybový čili kinematický. Tento graf bychom mohli matematicky vyjádřit $x = f(t)$. Ten druhý graf (obr. 3. vpravo) je závislost dráhy x na součinu ct, tedy na dráze ct, $x = f(ct)$ – nakreslená s přehozenými osami, nebo je to závislost dráhy ct na dráze x, $ct = f(x)$ nakreslená obvyklým způsobem. (Písmeno „*f*“ zde nahrazuje výraz „funkcí“; zápis $a = f(b)$ čteme „a je funkcí b“).

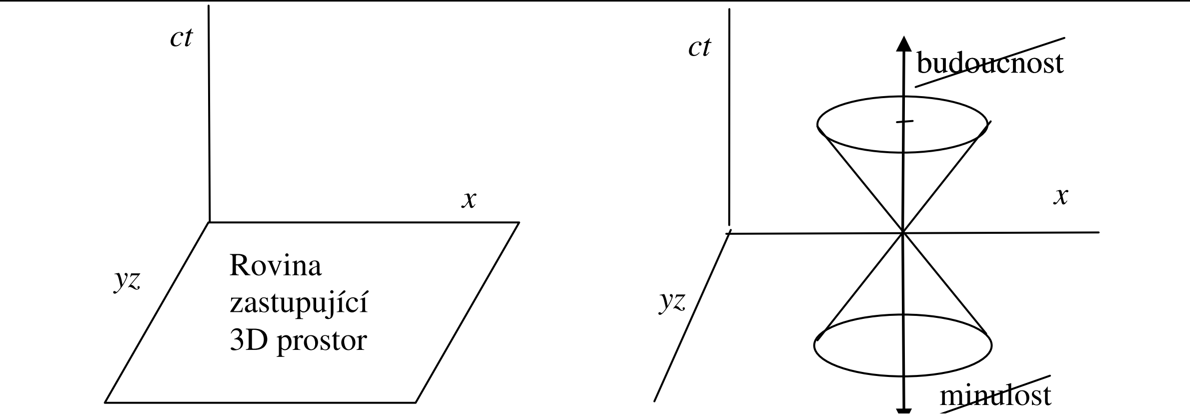
Na grafech obr. 2. a obr. 3. vpravo můžeme odečítat okamžitou obecnou polohu bodu, který vykreslil danou křivku nebo souřadnice tohoto bodu, souřadnici x nebo souřadnici ct. Sklon křivky však **neudává** rychlost, ta by mohla být určena z kinematického grafu: např. z grafu na obr. 3. vlevo: $v = \Delta x / \Delta t$. Takže neplatí tvrzení z [3]: „*Rychlost částice je dána sklonem křivky* [míní se v obr. 2.] *v daném bodě.*“

Světelné kužele

Cituji [3]: „*Kdybychom prostoročasový diagram rýsovali ne v rovině, ale v prostoru… světelné signály, vyslané do všech směrů roviny x-y budou na diagramu znázorněny jako plášť kužele – mluvíme proto o tzv. světelném kuželu…*“ [poslední slovo jsem opravil, v originálu je „o kuželi“. Mohlo by se psát: „mluvíme proto o světelných kuželech“].

Ve své „Knize o vakuu“ [1], kdy vycházím ze [4], uvádím:

Běžné a pochopitelné zobrazení čtyřrozměrného (4D) prostoru je na obr. 4. vlevo. Zde 3D zastupuje vodorovná rovina, ovšem kreslená v šikmém promítání. V pravé části je na ose x doplněn světelný kužel.



Obr. 4. Vlevo: 4D prostor znázorněný jako 3D, ovšem v šikmém promítání. Vpravo: Světelný kužel v tomto zobrazení

Kdyby svislá osa byla časová (t), potom by orientace nahoru **znamenala** budoucnost a orientace dolů minulost. Škrtnutá slova „minulost“ a „budoucnost“ znamenají možnou **polohu** vrcholu kužele v budoucnu či v minulosti, uvnitř kužele nebo na jeho povrchu.

Přímková část křivky na obr. 2. nebo 3. vpravo skloněná o ± 45° od svislé osy znázorňuje množinu bodů (zvaných „události“ v prostoročasovém grafu), jež „kreslí“ světlo, tedy bodů odpovídajících rychlosti světla. Totéž platí pro sklon povrchu kužele na obr. 4. vpravo. Body vně tohoto kužele jsou vlastně zakázány, odpovídají totiž rychlosti větší než je rychlost světla. Tam se žádný bod (představující nějaké těleso) nemůže přemístit (ani myšleně).

Události

V definici prostoročasu podle [2] se také píše: „*... Jednotlivé body časoprostoru nazýváme* ***události***.“ Lze to upřesnit citátem z Wikipedie, heslo „Událost (v teorii relativity)“ [5]:

„*Každý* ***bod*** *prostoročasu představuje jednu* ***událost****. Ve speciální teorii relativity jsou událostmi jednotlivé* ***body*** *Minkowskiho prostoročasu.* ***Poloha*** *události je tedy určena* *čtyřvektorem v kartézských souřadnicích:* $x^{\mu} = (ct, x, y, z)$.“ (Zde x^{μ} označuje, jak uvádí wikipedie, čtyřrozměrný vektor, vektor ve čtyřrozměrném prostoru, vektor se čtyřmi **prostorovými** souřadnicemi. Místo známějšího indexu pod písmenem – např. x_4 – je použit index nad písmenem: x^{μ} . Nutno dodat, že index μ může nabývat **jen** čtyř hodnot: 1, 2, 3, 4).

Pojmenování **polohy** bodu termínem „**událost**“ je matoucí. Mate laiky, ale, jak vidíme v tomto rozboru, mate také odborníky. V běžné řeči, ale také ve fyzice termín „událost“ znamená **časový děj**. Událost se stala nebo se děje či se stane, jde o časový úsek.

Takže ve vzdálenosti $\Delta s^2 = \Delta x_1^2 + \Delta x_2^2 + \Delta x_3^2 + \Delta x_4^2$ čtvrtou souřadnici nedoplníme o imaginární jednotku (v [2] se však tvrdí, že „doplníme“), ani nenahradíme čas (časovou souřadnici) – který ovšem čtvrtým rozměrem **není**, ale jako čtvrtý rozměr **určíme** součin *ict*. Jestliže to (podle Minkowského) uděláme, pak se vztah z tohoto odstavce, zobecněná Pythagorova věta o součtu přepon, změní. První tři členy zůstávají tímto součtem přepon, ale v dalším členu vypočteme odvěsnu ($b^2 = c^2 - a^2$). Vztah $\Delta s^2 = \Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 - c^2 \Delta t^2$ se navíc skládá ze tří reálných členů a jednoho imaginárního. Výraz je ovšem ve druhé mocnině, takže jde o absolutní velikost komplexního čísla [6]. Ta je **reálným číslem**. Daný vztah ovšem platí v geometrickém – **myšleném** prostoru (který se nazývá „prostoročas“).

Deformace prostoročasu

V 6. kapitole knihy „Gravitace“ [7] B. Clegg píše o významné změně, přinesené A. Einsteinem jeho Obecnou teorií relativity.

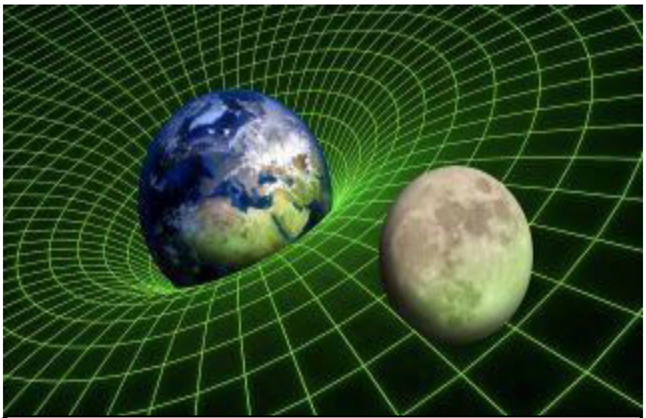
Připomeňme si, že východiskem obecné relativity byl princip ekvivalence, který říká, že nelze rozeznat účinky rovnoměrně zrychleného pohybu od účinků gravitace. Pozorovatel uvnitř kosmické lodi, který nemá žádný výhled do okolního prostoru, je tlačen k „podlaze“ vlivem tíhy či gravitace nebo vlivem zrychlování kosmické lodi, letící „vpřed“ (kde by pozorovatel vnímal „strop“).

Tvrdívá se, že Einstein Newtonovu gravitační síly nahradil deformací prostoročasu. B. Clegg to vyjádřil slovy: „*Podle obecné relativity není gravitace ani tak jedna hmota působící na jinou, jako hmota působící na* ***mezilehlý*** *prostoročas*.“

Působení „hmoty“, tedy hmotného **tělesa**, na prostoročas je Einsteinem **popsáno** jako deformace prostoročasu. Rovnice, které takto vztahují gravitaci a prostoročas, lze zestručnit do jediného řádku:

$$G_{\mu\nu} = T_{\mu\nu} \left(8\pi G / c^4 \right)_{\mu\nu}$$

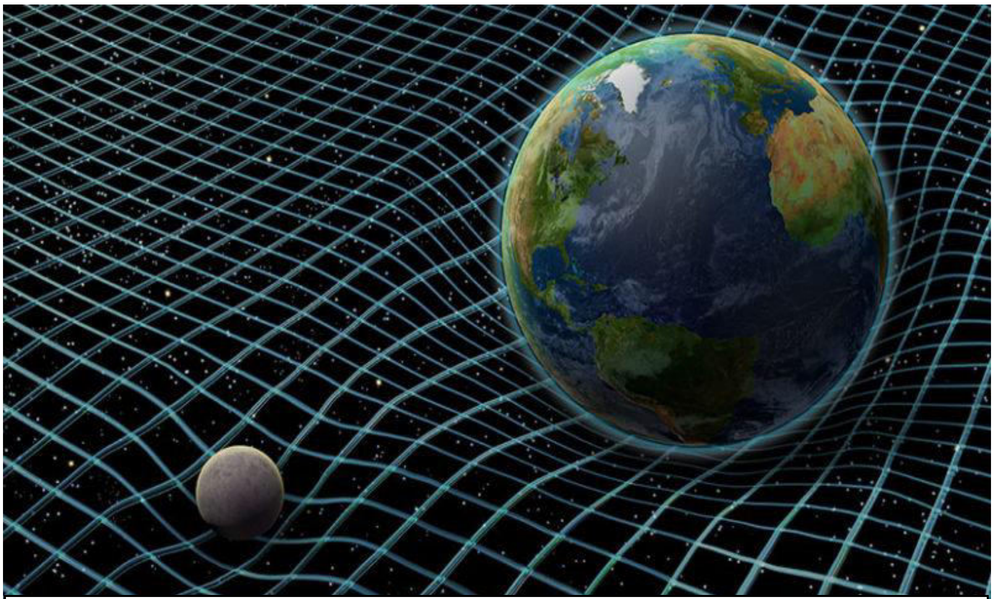
Všimněme si pouze písmena G v závorce – známé Newtonovy gravitační konstanty. Z něj čtenář vytuší, že rovnice spojuje gravitaci s prostorem. Daleko srozumitelnější bude Cleggův model prostoročasu jako pružné blány: „*Když nějaký objekt s nenulovou hmotností položíme na pryžovou blánu prostoročasu, bude výsledkem* ***deformace*** *blány*.“ Vysvětluje se to také pomocí průhybu trampolíny představující prostoročas. Pružná blána nebo trampolína se prohne pod těžším (hmotnějším) tělesem více a pod méně hmotným tělesem méně. Pod hmotným tělesem tak vzniká prohlubeň neboli důlek. Viz obr. 5.



Obr. 5. Převzatý. Obvyklý, ale špatný obr., zdánlivě vysvětlující gravitaci pomocí zakřivení prostoročasu.

Clegg: „*S touto představou je však potíž. … V beztížném stavu by ložisková kulička* [blízká hmotnému tělesu] *prostě jen stála na místě ve svém gravitačním důlku a tvrdohlavě by ignorovala větší prohlubeň vytvořenou velkou koulí.*“

Jestliže si připomeneme, že výraz „gravity“ znamená také tíhu nebo tíhnutí, pak je v oné představě odůvodnění kruhem: Těžká koule (představující např. Slunce) svou tíhou neboli gravitací deformuje prostoročas. Deformovaný (prohnutý) prostoročas by měl způsobit skutálení lehké kuličky (modelující např. Zemi) čili vyvolat gravitaci. Stručně řečeno, gravitace vyvolává gravitaci nebo příčinou gravitace je gravitace. Proto B. Clegg píše: „*Použít gravitaci k vysvětlení gravitace znamená zdůvodnění* ***kruhem****. A to nemá cenu*.“



Obr. 6. Převzatý. Správný obr.: Prostor je prohnutý jak pod Zemí, tak pod Měsícem

Podle pana profesora je to způsobeno záměnou, v níž místo prostoročasu uvažujeme pouze prostor. „*Celkově si model s pryžovou blánou vede pozoruhodně dobře, budeme-li mít na paměti, že je třeba deformovat* ***prostoročas****, nikoli pouze prostor. To je nutné, aby teorie obecné relativity fungovala*.“

Výraz „prostoročas“ je zestručnění dvou slov – „**prostoročasové kontinuum**“. Prostoročas ve skutečnosti neexistuje! Je to pouze geometrická pomůcka. Naproti tomu prostor, jehož jsme my všichni součástí, fyzikální prostor, je principiálně docela něco jiného. Geometrický prostor je **fiktivní**, fyzikální prostor je **reálný**.

Vyjádřením, že těleso, „hmota“, zakřivuje prostoročas, což se modeluje průhybem pružné blány, jaksi mimoděk onomu prostoročasu také přiřkneme **hmotnost**. Přece něco konkrétního nemůže prohýbat **abstraktní** pojem. Těžká koule nemůže prohýbat rovinu, myšlený útvar. Obrázek, v němž použijeme příměru průhybu pružné blány hmotnou koulí, názorně vysvětluje pouze **matematickou rovnici**! V našem případě jde o Einsteinovu gravitační rovnici. Místo málo srozumitelných matematických „hieroglyfů“ použijeme nákres. Avšak pozor! Pořád jde o **fikci**! Takové znázornění může pomáhat laikům porozumět složitým vztahům, vyjádřených matematickou formou. Jenže může také zavádět. To také bohužel mnohdy dělá! Laici – a také někdy renomovaní odborníci – ztotožní matematický popis, třebas vyjádřený geometrickým nákresem, za realitu. Popis je **zaměněn** za podstatu.

Působení gravitace může být popsáno matematicky (nebo geometricky), ale tento popis není vysvětlením fyzikální podstaty gravitace. Gravitační pole, údajně **buzené** tělesem, **nemůže** reálně či fyzikálně deformovat geometrický útvar, prostoročasové kontinuum.

Charakter fyzikálního prostoru a času

Časovou a prostorovou proměnlivost si můžeme představit úplně jinak. Jestliže použijeme modelu blány jako modelu prostoročasu, pak postupujme následovně. Pružná blána ať **kmitá**. Jde o určitou obdobu blány bubnu nebo obdobu činelu. Na kmitající bláně bubnu (nebo činelu) vznikají kmitny a uzly, které vyvářejí známé interferenční obrazce. Nasypeme-li malá zrníčka (např. mák) na kmitající blánu bubnu, hned ony obrazce můžeme pozorovat. Zrníčka se soustředí do míst, kde jsou uzly, tedy místa, která nekmitají.

Náš model ukazuje, že částečky látky **nemohou** být v prostoru kdekoli. Musíme ovšem předpokládat, že tento prostor kmitá. Zatímco v kmitných (místech maximální výchylky) může existovat jenom pole, hmota ve formě látky může existovat pouze tam, kde jsou uzly. Zatímco pole můžeme považovat jakoby za nepřetržité, látka může existovat jen v určitých místech.

Jak si však představit kmitání času? Můžeme předpokládat, že půjde o periodickou změnu **kmitočtu**. V určitých místech našeho prostoro-času budou pomyslné kosmické hodiny „tikat“ rychleji, v jiných místech pomaleji. Někde budou svoje „tikání“ měnit maximálně – to budou časové kmitny, jinde nebude změna „tikání“ žádná – to budou uzly.

Náš reálný prostoro-čas tedy **kmitá**, neboli osciluje. Jednak se periodicky mění prostorové amplitudy, jednak časové. Současně ovšem celý tento prostoro-čas – pro jednoduchost – kamsi letí. Jinak řečeno, tam kde byly kmitny, jsou za chvíli uzly a naopak. Tento popis platí přesně jen pro základní pole, jež neobsahuje další formy fyzikální reality, pro „vakuum“.

Takovéto pojetí splňuje Cleggův „požadavek“: „*Konec konců je velice pravděpodobné, že z pokusu podchytit kvantový přístup ke gravitaci vzejde **prostoročas**, který bude sám **kvantovaný**: prostoročas, který bude spíš digitální než analogový, rozdrobený na „atomy“. To zní jako přitažlivá myšlenka, protože tak skoncujeme se všemi problémy, které vyvstávají z toho, že částice (nebo singularity) jsou bezrozměrné **body**.*“

Také je splněno: „*Na důsledcích kvantovaného prostoročasu se vědci dosud zcela neshodnou, ale podle některých existuje způsob, jak bychom mohli **rozlišit** mezi prostoročasem, který je kvantovaný, a prostoročasem, který je spojitý.*“

Myslím, že je lepší používat termín „prostoročas“ jako geometrickou pomůcku a místo „kvantovaného prostoročasu“ pak raději použít termínu „kvantovaný prostor a čas“ – prostor a čas, jehož jsme součástí. Pokud použijeme stejný termín pro oba významy, udržujme současný zmatek, umožňující záměnu reality za model (popis).

Tři základní Planckovy jednotky

Za základní jednotky, už dále nedělitelné, se považují Planckova délka, Planckův čas a Planckova hmotnost. Jinak řečeno, jsou to základní kvanta délky (prostoru), času a hmotnosti.

Podle [8]: „*Definice Planckových jednotek vychází z jednoduché úvahy, hledání matematického vyjádření délky, času a hmotnosti jako součinu a podílu vhodných mocnin konstant G, c a ħ, kde* $\hbar = h/2\pi$ [redukovaná Planckova konstanta] *:*

Planckova délka $l_P = \sqrt{\dfrac{\hbar G}{c^3}} \approx 1{,}61624.10^{-35}\, m$

Planckův čas $t_P = \sqrt{\dfrac{\hbar G}{c^5}} \approx 5{,}39121.10^{-44}\, s$

Planckova hmotnost $m_P = \sqrt{\dfrac{\hbar c}{G}} \approx 2{,}17645.10^{-8}\, kg$ “

Planckova délka je maličká (řádu –35), ale nulová není. Jestliže neexistuje menší délka, je (reálný) prostor kvantovaný. Podobná tvrzení platí pro Planckův a čas a Planckovu hmotnost. Planckovy jednotky tvoří trojici, z níž není dobré vyjmout jednu z nich a ostatní dvě zanedbat. Jak ukazují uvedené matematické vztahy, jsou opravdu všechny definovány na týchž třech veličinách – na Planckově redukované konstantě $\hbar$, rychlosti světla (ve vakuu) c a na G, pokládaném za gravitační konstantu.

Jestliže se v případech navrhování kvantování prostoru uvádí Planckova délka, měly by se uvádět i další dvě základní Planckovy jednotky, ale tomu tak není.

Jak ukazuji ve své knize [9], „velké G“ **není** konstanta, místo ní má figurovat „index kompulze“, závislý na „hustotě vakua“. Určování G se stále děje pomocí torzního kyvadla s tělesy (koulemi) o relativně maličké hmotnosti. Zdaleka se hmotnost těchto zkušebních těles nepřibližuje tuně, zatímco hmotnost kosmických těles je obrovská, nesrovnatelně větší. Uvedené tři fyzikální veličiny si nejsou rovnocenné. Přesnost hodnoty gravitační „konstanty“ je minimálně o tři řády menší než přesnost hodnoty Planckovy konstanty a hodnoty rychlosti světla.

Jestliže je prostor (skutečný, fyzikální!) kvantován, jeho základním kvantem nebude Planckova délka. Jestliže se jako základní kvantum bere, pak hustota energie vakua vychází **o 130 číselných řádů větší**, než tatáž veličina určená z Einsteinovy teorie relativity. Takový rozdíl v hodnotě fyzikální veličiny, určené různými metodami, je přímo fyzikální nehoráz-ností!

Daleko rozumnější hodnotou pro základní kvantum prostoru se jeví hodnota alespoň srovnatelná s Comptonovou vlnovou délkou protonu

$$\lambda_{C,p} = \frac{h}{2\pi c} \approx 1{,}321.10^{-15}\,\mathrm{m}$$

(Comptonův jev viz [10]). Bude tedy řádově $10^{-15}\ m$ (a nikoli řádově $10^{-35}\ m$).

Také hustotu kosmického prostoru není správné brát jako podíl hmotnosti v něm „zbývajících“ částic a objemu. Kosmický (reálný) prostor je nejen zaplněn, ale dokonce **vytvářen** základní energií, popř. modulacemi této energie, jíž se nesprávně říká „vakuum“ a tělesa v něm vůbec nemusejí být.

Tři vztahy ze Speciální teorie relativity

Jestliže je rychlost světla konstantní (nezávislá na pohybu pozorovatele nebo zářícího objektu), potom je délka „pravítka“ ve směru pohybu, čas pohybujícího se tělesa a jeho hmotnost relativní – na rychlosti pohybu závislá. U pohybujícího se objektu se zkracuje délka – dochází k její kontrakci, čas tohoto objektu plyne pomaleji – dochází k dilataci času a hmotnost vzrůstá. Platí následující vztahy [11]:

Kontrakce délek je dána: $$l = l_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$$

Zde l_0 je délka tyče v soustavě, v níž je tyč v klidu (klidová délka) či lépe řečeno v inerciální soustavě, l je délka tyče v soustavě, v níž se tyč pohybuje rychlostí v – vzhledem k této inerciální soustavě.

Dilatace času je definována: $$t = \frac{t_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Zde t_0 je doba, kterou naměří „klidné“ hodiny (vlastní čas) a t je příslušná doba v soustavě, vzhledem k níž se hodiny pohybují rychlostí v.

Relativistická hmotnost pak je:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$$

Zde m_0 je klidová hmotnost – měřená v soustavě, kde je tato částice v klidu (v inerciální soustavě), v je rychlost částice vůči inerciální soustavě.

„Deformace“ času

Výklad vzniku „gravitace“ pomocí deformace prostoročasu se redukuje na deformaci prostoru, modelovaného pružnou blánou. K tomu se přibírá „deformace“ času, která se pokládá rovna „gravitační“ dilataci času. Prostoročas (čili prostoročasové kontinuum) se roztrhne na prostor a čas. To však není totéž. K výše uvedené dilataci času při pohybu velkými (relativistickými) rychlostmi přibývá dilatace času při pohybu „hodin“ ve velkém gravitačním potenciálu. A skutečně bylo zpožďování letících hodin pozorováno – např. na „hodinách“ na družicích. Takové zpožďování je dnes měřitelné i ve výškách, např. na vysokých horách. Vždy je však nutné srovnat dvoje hodiny – hodiny v laboratoři (přesněji hodiny při mořské hladině) a vrátivší se hodiny z letícího objektu (z družice).

Klidně bychom mohli říkat, že hodiny „v klidu“, v „hustějším“ „gravitačním“ poli jdou rychleji než pohybující se hodiny, hodiny na družici, případně hodiny ve výškách. „Standardní“ vysvětlení by pak spočívalo použitím „silnějšího“ gravitačního pole v blízkosti hladiny moře, přičemž toto pole ve výškách je „řidší“, méně intenzivní., ale má vyšší gravitační potenciál.

Podle naší teorie je pole v blízkosti hmotného tělesa ovlivněno (modulováno) tím tělesem více než ve větší vzdálenosti od daného tělesa. Tělesa základní pole („vakuum“) modulují na pole průvodní. Průvodní pole je tedy modulací základního pole – proto, že samotná tělesa jsou také modulací tohoto základu – i když odlišné formy.

Doplnění průhybu trampolíny či pružné blány gravitační dilatací času není správné. Opět z trojice relativistických vztahů (kontrakce délek, dilatace času, relativistická hmotnost) vytrhneme jeden a dva zbývající zanedbáme. Měli bychom tedy při uvedení dilatace času uvést i kontrakci délek a růst hmotnosti.

Při „pádu“ do černé díry by nejen rostla délka „padajících“ částic, ale také by se prodlužoval čas a rostla hmotnost a to až do nekonečně velkých hodnot. Prostoročas by se zde tedy nemohl v reálném času zdeformovat do uzavřené oblasti čili vytvořit černou díru. Ve „standardním“ přístupu tedy vzniká vnitřní rozpor. Na rozpor týkající se nekonečné dilatace času u „hranice“ černé díry poukazuje sám Einstein [12].

Jak jsem uvedl výše, Cregg [7] to kritizuje. Opakuji citát: „*Celkově si model s pryžovou blánou vede pozoruhodně dobře, budeme-li mít na paměti, že je třeba deformovat* ***prostoročas****, nikoli pouze prostor. To je nutné, aby teorie obecné relativity fungovala*.“

Deformace prostoročasu ovšem znamená deformaci čtyřrozměrného geometrického prostoru, myšleného „objektu“, což znamená, že i ta deformace je fiktivní. Fiktivní deformace fiktivního konstruktu nemůže fyzikálně (reálně) ovlivňovat nic. Jev ohybu světla kolem hmotného objektu, stáčení perihélia Merkuru a jiné „gravitační“ jevy můžeme deformací prostoročasu **popsat** – a to velmi přesně, matematicky. Ale uvádět jako fyzikální **příčinu** těchto jevů onu deformaci **nemůžeme**, příčinu musíme hledat jinde. Částečně jsem to vysvětlil výše.

Další charakteristiky reálného prostoru

1. Dosud se tvrdí, že fyzikální prostor je pouze **vyplněn** různými formami hmoty. V našem zobrazení je fyzikální prostor **vytvořen** základním elektromagnetickým vlněním, které se šíří chaoticky všemi směry. Takto pojatý prostor nazveme **základní pole**. Tento základní rozdíl mezi dosavadním a (naším) novým pojetím neumožňuje reálnou existenci prázdného prostoru.
2. Základní pole vykazuje svou **hustotu energie**. Tato hustota energie se dá srovnávat s hustotou energie vakua nebo s tzv. hustotou energie nulového bodu. Místo hustoty energie můžeme použít napětí, které základní pole má.
3. Částice látek jsou koncentrace **elektromagnetické** energie. Navazujeme tak na Einsteinovo pojetí, že částice jsou oblasti prostoru s velkým napětím nebo velkou hustotou energie. Můžeme také říci, že částice (eventuálně tělesa) jsou hmotnostními modifikacemi nebo modulacemi základní energie.
4. Při zjišťování důsledků existence těles (částic) v základním poli je nutno přihlížet nejen k hmotnosti, ale i k **rozprostraněnosti** těles. Veličinou, která vhodně sdružuje oba požadavky, je hustota energie.
5. Záření je modulace základního vlnění. Tato modulace je ovlivňována dynamikou základního pole. Část energie záření se spotřebuje na modulaci tohoto pole, a proto se snižuje kmitočet tohoto záření. Jinými slovy: Záření ze vzdálených hvězdných objektů jeví rudý **polní** posuv.
6. Energie základního pole se může **projevovat** jako hmotnostní koncentrace (částice a tělesa) a jako elektromagnetické záření o různých frekvencích (včetně záření kosmického „pozadí“). Jinými slovy, zákon zachování energie (včetně své hmotnostní formy) podle nového obrazu zahrnuje i přeměny na/ze základní formy (pole).

Základní frekvence

Základní kvantum, tj. kvantum či foton základního pole, jsme nazvali **kosmon**. Tento název vznikl v r. 1960 při úvahách mého otce + strýce a také v r. 1973 podobně a nezávisle jej zavedl C. Wetterich, profesor z Heidelbergské univerzity.

Je-li základní pole je protonové, potom vlnová délka kosmonu λ_0 bude rovna Comptonově vlnové délce protonu $\lambda_{C,p}$. Podle webu „Fundamental physic constants“ je hodnota $\lambda_{C,p}$ = 1,321 409 855. 10^{-15} m [13]. Rychlost světla c = 299 792 458 m s^{-1} [14].

Ze základního vztahu $\nu = \dfrac{c}{\lambda}$ plyne frekvence základního vlnění:

$$\nu_0 = \frac{c}{\lambda_{C,p}} = \frac{2{,}99792458.10^{8}}{1{,}321409855.10^{-15}} = 2{,}269.10^{23}\,Hz = 226{,}9\,ZHz$$

kde předpona Z = zetta je 10^{21} (trialarda). **Základní kmitočet je 0,23 kvadrilionu hertzů.** Jestliže modulace vyžaduje změnu n vln základního vlnění, pak přenášená frekvence musí být celistvým podílem základní frekvence (viz „Vlastnosti fyzikálního prostoru“). Nejvyšší možná **přenášená** frekvence ($\nu / 2$) potom bude asi 1,15.10^{23} Hz.

Poznámka
O kvantové fyzice je dobrým textem [15]; také vizte [16].

Literatura

[1] Dostál, V., Kniha o vakuu, http://vaclavdostal.8u.cz/kniha_o_vakuu.pdf
[2] https://cs.wikipedia.org/wiki/Časoprostor
[3] https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/TeorieRelativity/STR_kap07_ver01.pdf
[4] http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/699-prostorocasove-diagramy
[5] https://cs.wikipedia.org/wiki/Událost_(teorie_relativity)
[6] https://www.karlin.mff.cuni.cz/~portal/komplexni_cisla/?page=absolutni-hodnota
[7] Clegg, B., Gravitace, Academia Praha 2015
[8] https://cs.wikipedia.org/wiki/Planckovy_jednotky
[9] Dostál, V: Téma gravitace přitahuje, http://vaclavdostal.8u.cz/pritazlivost_gravitace.pdf
[10] https://www.wikiskripta.eu/w/Comptonův_jev_-_v_čem_spočívá
[11] https://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/FyzikaI/FyzI_07_ZakladniPojmyaVztahySTR_ver_0.pdf
[12] A. Einstein, On a stationary system with spherical symmetry consisting of many gravitating masses, Annals of Mathematics, 1939; http://old.phys.huji.ac.il/~barak_kol/Courses/Black-holes/reading-papers/Einstein1939.pdf
[13] https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?pcomwl|search_for=Compton+wavelenght
[14] https://physics.nist.gov/cgi-bin/cuu/Value?c|search_for=speed+light
[15] http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/717-kvantova-fyzika
[16] Dostál, V., Rovelliho Helgoland; http://vaclavdostal.8u.cz/Helgoland.pdf

Obsah