

https://www.aldebaran.cz/bulletin/2018_21_hub.php

Týdeník věnovaný aktualitám a novinkám z fyziky a astronomie.

Vydavatel: [AGA](#) & [Štefánikova hvězdárna v Praze](#)

Číslo 21 (vyšlo 29. června 2018, ročník 16 (2018))

© Copyright Aldebaran Group for Astrophysics

Publikování nebo šíření obsahu je zakázáno.

ISSN: 1214-1674,

Email: bulletin@aldebaran.cz

21/2018

Hubblova konstanta stále tajemná **Achillova** **pata současné kosmologie**

Rudolf Mentzl

Tradiční metody měření vzdáleností pomocí trojúhelníků, které slaví takové úspěchy v zeměměřičství, se ukazují poměrně neúčinné již v dosti blízkém vesmíru. Máme sice k dispozici trojúhelník s odvěsnou o délce celé [astronomické jednotky](#), nicméně vzdálenosti ve vesmíru jsou o několik řádů větší, a tak [paralaxy](#) vycházejí příliš malé a odsuzují použitelnost této metody jen do rámce naší [Galaxie](#).

Hubblova konstanta – koeficient úměrnosti mezi rychlostí vzdalování a vzdáleností objektů při expanzi vesmíru. Definována je vztahem $H = (da/dt)/a$, kde a je expanzní funkce. Dnes se hodnota Hubblové konstanty odhaduje na 67 km/s na megaparsek.

Kosmologický posuv – posuv spektrálních čar k červenému konci spektra díky rozpínání vesmíru. **Jenže k „rozpínání“ prostoru se došlo jen úvahou z pozorování**

“faktu” že : čím je pozorovaný objekt dál od nás tím rychleji se od nás vzdaluje. Toto zjištění objevil Hubble a od té doby “platí” jako **Z A K O N** $v = H \cdot r$... Při rozpínání dochází nejen ke vzájemnému vzdalování galaxií, ale i k prodlužování vlnových délek záření. Autor tu chce naznačit, že k rozpínání čp je dokazováno rudým posuvem a rudý posuv dokazuje prodlužování vlnových délek . Je to tu taková pěkná tautologie. – Zopakuj co říká první věta : *posuv spektrálních čar k červenému konci spektra je tu díky rozpínání vesmíru...*; jenže pozemské poznání se konalo obráceně : nejdříve se pozoroval posun spektrálních čar a z něho se „vyvodil fakt“ (logikou, pouze logikou) o rozpínání vesmíru. Spektrum vzdálených objektů ve vesmíru se tak jeví posunuté směrem k červené až infračervené oblasti.

Kosmologický červený posuv je definován předpisem $z = (\lambda - \lambda_0)/\lambda_0$, kde λ_0 je vlnová délka spektrální čáry v okamžiku vyslání paprsku, λ je vlnová délka téže spektrální čáry v okamžiku zachycení paprsku. Jenže vlnová délka spektrální čárky v okamžiku zachycení může být jiná, tj. posunutá nikoliv vlivem rozpínání prostoru mezi emitentem a pozorovatelem, ale z vlivu rozbalování globální křivosti časoprostoru, která byla v mladším stáří jiná (křivější) než dnes (méně křivá) Malé kosmologické červené posuvy lze interpretovat pomocí Dopplerova jevu. U velkých posuvů závisí vzdálenost objektu na parametrech expanze vesmíru (Hubbleově konstantě, křivosti, čp procentuálním zastoupení temné energie atd.) a není jednoduché z naměřeného kosmologického posuvu vzdálenost přesně určit. Ani rychlosti vzdalování, ani linearitu Hubbleho zákona

Naštěstí se dají vzdálenosti ve vesmíru určovat i jinak. No sláva, ale jak přesná je ta metoda ? Jistě rychle připadneme na možnost měřit vzdálenosti hvězd podle jejich jasů. Jenže o této možnosti se už dlouho ví že přesná není..., Je to poněkud naivní, protože hvězda nemusí být jasná, když je blízko, ale protože hodně svítí. Kdybychom však znali skutečnou svítivost hvězdy, jistě bychom pak její vzdálenost z jasnosti dopočítat mohli. Časem se ukázalo, že způsobů změřit opravdovou svítivost některých objektů je hned několik, a tím se otevřel nový způsob měření vzdáleností. Této metodě se říká metoda metoda standardní svíčky. I tato metoda úplně přesná není, cca s chybou 10%

Třetí principiálně odlišná metoda využívá k měření **vedlejších efektů rozpínání vesmíru**. Jenže vedlejší efekty neumí zcela rozeznat „rozpínání axiální“ od **r o z b a l o v á n í** obloukových křivostí... (a přitom i slábne v úměře nelineární i gravitační působení na globálních škálách) Jednoduchou **úvahou** dojdeme k závěru, a jinou jednoduchou **úvahou** dojdeme že v **rozpínajícím se** vesmíru že **v rozbalujícím se** vesmíru se od nás vzdálenější objekty **vzdalují vyšší rychlostí**, **se od nás nevzdalují objekty vyšší rychlostí** právě kvůli tomu zkreslení pozorovacích dat vlivem globální křivosti čp, respektive : pokud se vzdalují vyšší rychlostí, pak je mírně jiná než ta lidmi dedukovaná, bez znalosti „křivého pozorování“ než ty blízké. **Závislost je lineární**, **závislost nemusí být lineární** **koeficient úměrnosti** nazýváme **Hubblova konstanta**. Rychlosti vzdalování (tzv. radiální rychlosti) naštěstí dokážeme poměrně snadno určit z **posuvu spektrálních čar** vzdalujících se objektů, a tak je tato metoda účinná při odhadech vzdáleností srovnatelných s velikostí pozorovatelného vesmíru. Jenže právě kvůli linearitě (nelinearitě ??) také ze stejných „pozorovacích faktů“ pozorujete ono **z r y c h l e n é** rozpínání a ono právě být zrychleným nemusí, bude-li Hubble nelineární. Tady je to vše velmi choulostivé : lineární Hubble dá výsledky nelineárního zrychlování rozpínání, a naopak : nelineární Hubble dá výsledky lineárního rovnoměrného **n e z r y c h l e n é h o** rozpínání = rozbalování.

Je zřejmé, že přesnost této metody stojí a padá s přesností znalosti Hubblovy konstanty, proto kosmologové věnují velké úsilí jejímu určení. **No vida, ale musí také revidovat PARADIGMATA**. To mohou v podstatě dvěma způsoby: Některou z **metod standardní svíčky** změří co nejpřesněji vzdálenost objektu a z této hodnoty a z velikosti posuvu spektrálních čar **Hubblovu konstantu** dopočítají. Druhá možnost spočívá v pečlivé analýze **reliktního záření**. Tímto měřením se zabývala sonda **Evropské kosmické agentury Planck**. (!) **Nejsem vševěd, ale měla by se najít ještě jiná metoda, jak ověřit „důvody rudých posuv“ a především „důvody“ velikosti rudých posuvů.**

Rozpory v určení Hubblovy konstanty

Změření Hubbleovy konstanty dvojím způsobem dává možnost ověřit správnost modelu a metody měření. Jenomže každé ověřování správnosti s sebou nese riziko, že nebude něco souhlasit. To se stalo i v tomto případě. Rozpor není velký – pouhých pět procent dělí obě metody získání Hubbleovy konstanty, aby se hodnoty sešly, což někteří astronomové pokládají za úspěch. Z měření mikrovlnného pozadí vychází hodnota $66.93 \pm 0.62 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$, zatímco [metoda standardní svíčky](#) dává $73.52 \pm 1.62 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$. Je třeba si uvědomit, že měření vzdálenosti je hodně závislé na konkrétním rozložení hmoty ve vesmíru. Pak spíš vzbuzuje údiv, že se metody standardní svíčky (poskytují rozumné výsledky do stovek milionů až jednotek miliard světelných roků) a analýza mikrovlnného pozadí (zde se pracuje s rozměry srovnatelnými s rozměrem vesmíru) sešly na tak úzkém rozmezí. Přesto jiným astronomům pět procent připadá jako propast a mluví o krizi Hubbleovy konstanty. Ať mají pravdu jedni, či druzí, rozpor je třeba vysvětlit. Nabízí se hned několik možností.

Předně je možné, že nemáme správně oškálované vzdálenosti ve vesmíru. Přesnost [metody standardní svíčky](#) stojí a padá se znalostí skutečné vzdálenosti [cefeid](#) a [supernov typu Ia](#). Většina astronomů doufá, že právě probíhající mise astrometrické sondy [Gaia](#), opírající se o spolehlivé metody trigonometrie, vnese do problému jasno a problém se vyřeší, aniž by bylo třeba měnit soudobé názory na to, jak a čím drží vesmír pohromadě. **Takže nejen já mám intuice o tom že Hubbleův zákon je Achillovou patou soudobé kosmologie.**

Španělský doktorand José Luis Bernal (Barcelonská univerzita) a uznávaný kosmolog John A. Peacock (Edimburgská univerzita) spatřují nedostatek ve způsobu vyhodnocování informací o reliktním mikrovlnném pozadí a volají po nových [bayesovských technikách](#) zpracování statistických údajů. Užitím metody BACCUS (*BAYesian Conservative Constraints and Unknown Systematics*), kterou vyvinuli, vychází najevo, že problémy kolem Hubbleovy konstanty by mohly mít svůj původ v systematických chybách, které dosud nebyly zohledňovány. **A...a systémovou chybou by mohl být omylný předpoklad, že to rozpínání je axiální. Ne může jít o „rozbalování“ globální křivosti čp...**

Jak z toho ven? (koupit Kulhánkovi červené trenýrky)

V případě, že by měření ze sondy Gaia výrazně nerevidovala představy o vesmírných vzdálenostech a ani nová metoda BACCUS by nevyjasnila nesrovnalosti, začne být problém opravdu zajímavý. HDV ! Nabízí se široká škála vysvětlení, od střízlivých až po těžko přijatelná. ((od lidových myslitelů jsou vize totálně nepřijatelné)) Můžeme třeba předpokládat, že nechápeme zcela přesně, jakým způsobem probíhal vývoj raného vesmíru. Rozhodně také nechápete, že vesmír mohl být před Velkým Třeskem nekonečný ve stavu 3+3 plochých dimenzí bez hmoty, bez polí, bez toku-plynutí času a bez rozpínání..., a do tohoto „nekonečného inertního stavu“ přišla změna stavu : „lokální oblast křivého stavu“, přičemž se nedá „vystopovat“ jak velká ta lokalita je vůči nekonečnosti, a nedá se vystopovat jak velká je ta křivost dimenzí v té lokalitě..., přičemž „po-Třeskové plasma“ je právě tou lokalitou nesmírné křivosti dimenzí čp, které se začínají systematicky rozbalovat Podle fluktuací reliktního záření což už je další ze stavů toho nerovnoměrného rozbalování křivosti plasmy dnes usuzujeme na to, jakým způsobem probíhala prudká expanze v počátcích vesmíru. Klidně může být exponenciálním sestupem, nikoliv „Guthovským skokem“... Je však možné, že jiný scénář by poskytl stejný obraz mikrovlnného pozadí a přitom by z něj plynula jiná hodnota Hubbleovy konstanty. Anebo jiný scénář celého „vynálezu“ rozpínání vesmíru protože to řekl Hubble...a basta, nejede přes to svět. Tím by se mohl pětiprocentní rozdíl setřít. Jedním z neznámých faktorů, které mají na vývoj vesmíru vliv, je počet neutrin v ΛCDM modelu, Počet ??? že by se měnil P O Č E T s tím rozpínáním ?? Je zarážející (a to i pro mě) že mě vyšlo v mých konstrukcích vlnobalíčků, že neutrino (elektronové) je přímo sám čas, ...je to přímo „kvantovaná dimenze“ času, toku kvant jedné (zvlňobalíčkováné) dimenze času, v jedné z os (3+3D) ,... kde druhé dvě neutrina presentují už „vlnobalíček“ v kombinaci s další dimenzí obsahujícím Hubbleovu konstantu Λ a chladnou temnou hmotu. Proto také může eúelektronové neutrino projít celou zeměkoulí, aniž by „potkalo“ nějakou hmotu s níž by interagovalo...dyť je to sááám čas. Čas je na planckových škálách kvantován není spojitý, no vždyť to není žádný „abstrakt“ mimo vesmír, vedle vesmíru nad vesmírem, či „pro“ vesmír, ne !!!, je to hmototvorný artefakt, veličina mající dimenze

Jinou neznámou je rozložení neviditelné hmoty ve vesmíru. Tu si vymysleli fyzikové „na základě neprůstřelného“ Hubbleho zákona....Ať už se jedná o z principu neviditelnou temnou hmotu nebo jiné velice hmotné neviditelné objekty, všechny deformují obraz, který nám mikrovlnné pozadí poskytuje. Deformace způsobuje sám nehomogenně křivý časoprostor v celém Vesmíru Pokud by tomu tak bylo, je zřejmé, že jakkoli přesná analýza reliktního záření přinese zkreslené výsledky. A...a jsme u toho, že fyzikové vyhodnocují pozorování „faktů“ po dávce LSD...a ostatní pak tomu věří „skálopevně a nedotknutelně“ jako věřilo 90 milionů Němců Hitlerovi....

Hubblova konstanta bezpochyby dnes ještě neřekla své poslední slovo. Spíš lidoví laikové neřekli poslední slovo k té Hubbleho konstantě, protože ti nelidoví jí bezmezně navěky věří... Jakkoli je pro kosmologii důležitá její přesná hodnota, přesná hodnota závisí nejen na pozorování, ale pozorování závisí na kreativním přístupu k vyhodnocení a vyhodnocování pozorovaných dat...tam se mýlí člověk nikoliv „konstanta“ neustále její význam roste už jen tím, kolik problémů přinesla, a tím katalyzovala další výzkum. Ano, zákon lineární úměrnosti přinesl problémy do vyhodnocování dat ...V této souvislosti se začíná mluvit o nutnosti dalších nezávislých metod měření vesmírných vzdáleností. a i revizi zákona $v = H \cdot r$

Do povědomí se dostává myšlenka HDV využít současné detekce gravitačních vln a jejich elektromagnetického doprovodu pozorovaného třeba při srážce dvou neutronových hvězd.

Odkazy

1. [Sophia Chen: Hubble Trouble: A Crisis in Cosmology; Physical Society, May 2018](#)
2. [Francisco R. Villatoro: Errores sistemáticos podrían ser la causa del problema de la constante de Hubble; La Ciencia de la Mula Francis, May 2018](#)
3. [Radek Beňo: Superoko Gaia; Aldebaran bulletin 02/2014](#)
4. [Ivan Havlíček: Měření vzdáleností; Aldebaran – Astrofyzika 2017](#)

JN, 01.07.2018