

[This article is part of the Research Topic  
Dark Energy and Dark Matter of the Universe  
View all 3 Articles](#)

Cosmological Redshift and Cosmic Time Dilation in the FLRW Metric



[Václav Vavryčuk\\*](#)

Moje názory a protináznaky tu budou červeným písmem. (varianta upravená ke dni 7.11.2022)

- **(01)-** Institute of Geophysics, Czech Academy of Sciences, Prague, Czechia  
The paper shows that the commonly used Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW) metric describing the expanding Universe must be modified to properly predict the cosmological redshift. It is proved that the change in the frequency of redshifted photons is always connected with time dilation, similarly as for the gravitational redshift. Therefore, the cosmic time runs differently at high redshifts than at present. Consequently, the cosmological time must be identified with the conformal time and the standard FLRW metric must be substituted by its conformal version. The correctness of the proposed conformal metric is convincingly confirmed by Type Ia supernovae (SNe Ia) observations. The standard FLRW metric produces essential discrepancy with the SNe Ia observations called the ‘supernova dimming’, and dark energy has to be introduced to comply theoretical predictions with data. By contrast, the conformal FLRW metric fits data well with no need to introduce any new free parameter. Hence, the discovery of the supernova dimming actually revealed a failure of the FLRW metric and introducing dark energy was just an unsuccessful attempt to cope with the problem within this false metric. Obviously, adopting the conformal FLRW metric for describing the evolution of the Universe has many fundamental cosmological consequences.

1 Introduction

Friedmann [1] applied the Einstein equations of General Relativity (GR) for describing the Universe and firstly showed that the space filled by uniformly distributed matter might evolve in time. The possibility that the Universe is really dynamic but not static was later supported by Lemaitre [2] and Hubble [3], who observed a systematic redshift of nearby galaxies, which was roughly proportional to their distance. This observation (called the Hubble-Lemaitre law) was interpreted as the Doppler effect produced by galaxies moving away from the Earth due to the Universe expansion.

However, the intuitive idea of the redshift as the Doppler effect was later abandoned. At present, the Universe is described by the so-called Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW) metric [4–8], which introduces the scale factor  $a(t)$  for describing the space expansion. The redshift is not related to the speed of the expansion as for the Doppler effect but to the ratio between sizes of the space, in which the photons were emitted and received [9, 10].

$$1+z = \frac{a(r)}{a(e)}$$

where  $z$  is the redshift, and  $a(e)$  and  $a(r)$  are the scale factors for the emitter and receiver, respectively. Hence, the redshift of distant galaxies would be observed even in the case, when the Universe is not expanding anymore at the present epoch.

In contrast to the space coordinates, the time coordinate is assumed to be invariable during the Universe history. This is somewhat strange and surprising, because other solutions in GR such as the well-known Schwarzschild solution [11–13] involve distortions in space and time together. Therefore, some authors pointed out to other alternative theories admissible in GR and introduced more general metrics for describing isotropic homogeneous Universe evolving

in time [14–16]. In this case, another function is considered in the metric tensor  $g_{\alpha\beta}$ , which describes the evolution of the time component  $g_{00}$ .

Among many possibilities how to define this function, the simplest way is to assume that the time and scale factors are defined by the same function  $a(t)$ . This option has a clear advantage, because the cosmological redshift will be defined by the same formula as the gravitational redshift

$$1+z = \frac{g_{00}(r)}{g_{00}(e)} = \frac{a(r)}{a(e)} \quad (2)$$

where  $g_{00}(e)$  and  $g_{00}(r)$  are the time components of the metric tensor  $g_{\alpha\beta}$  for the emitter and receiver, respectively.

Introducing the same scale factor for time and space coordinates has also other advantages. Firstly, this metric evolves in time according to the so-called conformal transformation, properties of which are intensively studied in GR in recent years [17–19]. The new time coordinate is called the conformal time and the metric utilizing this time is called the conformal metric [14–16]. This metric is particularly interesting, because it leaves the Maxwell's equations unchanged from their form in the Minkowski spacetime [20–22].

.....

**(01)**- Geofyzikální ústav Akademie věd ČR, Praha, Česká republika Článek ukazuje, že běžně používaná Friedmann-Lemaitre-Robertson-Walkerova (FLRW) metrika popisující rozpínající se vesmír **musí být upravena**, aby správně předpovídala **kosmologický rudý posuv**. **A kdyby se Vesmír sám odvážil ukazovat jiný rudý posuv, tak by to mohl od Vavryčuka zchytat! Musí být takový, jak ho připravil Vavryčuk úpravou FLRW. Je dokázáno, že změna frekvence fotonů s rudým posuvem je vždy spojena s dilatací času, to by chtělo lépe vysvětlit...**, asi máme pochopit, že frekvence fotonů bez rudého posunu spojena s dilatací času není... (příčemž tu není ani řečeno s kterým rudým posuvem z těch známých tří... podobně jako u gravitačního rudého posuvu. Aha, frekvence fotonů se mění u gravitačního rudého posuvu stejně-podobně při spojení s dilatací času...ehm, doufám, že vysvětlení lepší také přijde **Kosmický čas** proto při vysokých rudých posuvech běží jinak než v současnosti. Takže autor tu prostě trvá na tom, že rudý posuv je důsledkem kosmického času, tedy **jiného tempa plynutí času** dnes a tempa v ranném stáří vesmíru. S tím částečně souhlasím, pouze oponuji, že proměnné tempo plynutí času se zobrazuje v rudém posuvu. Opět je zapotřebí to doložit lepším vysvětlením a plus důkazy i ty matematické i ty naměřené. V důsledku hypotézy-návrhu na změnu metriky FLRW pana Vavryčuma toho **musí být kosmologický čas identifikován s konformním časem a standardní metrika FLRW musí být nahrazena jeho konformní verzí**. Správnost navržené konformní metriky je přesvědčivě potvrzena pozorováním supernov typu Ia (SNe Ia). **To chce důkazy. Dodnes není vyřešen důvod ztmavování „pozorování“ supernov Ia a přesto není u autora pochyb, že už jsou pozorování přesná a přesvědčivě „nás“ nabádají na opravu matematiky, metriky FLRW. Standardní metrika FLRW vytváří zásadní nesrovnalosti s pozorováními SNe Ia nazývanými „stmívání supernovy“ aha, stmívání je objasněno novou metrikou...no, to je dobré dokázat !!! a pro splnění teoretických předpovědí s daty je třeba zavést temnou energii. Aha, ...Naproti tomu konformní metrika FLRW dobře odpovídá datům, což je samozřejmě nutno prokázat, tedy i prokázat, že ta data nejsou „vyrobena bulharskými metodami“ protože i Rubinová takto chybovala něvědouc že dosazuje do nemodifikovaného Newtona, tedy s R-úsečce rovné, namísto R-úsečky v oblouku. Tím se její data nedají použít. aniž by bylo nutné zavádět jakýkoli nový volný parametr. Proto objev stmívání supernovy ve skutečnosti odhalil selhání metriky FLRW I to stmívání svítivosti Ia může být „zaviněno“ ještě jedním nezávaným důvodem, totiž že velkoškálový časoprostor je globálně zakřivený, dokonce nerovnoměrně v každé lokalitě jinak, [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_344.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_344.jpg), tady je to vidět, nebo není?, měření přijímáme tím pádem „cinknutá“ neboť světlo „z konce vesmíru“ a ze supernov letí po pootočené trajektorii, křivosti dimenzí, což se projeví „v nějaké dilataci či kontrakci“ výsledků dat → to je pak to „stmívání“... a zavedení temné energie bylo jen neúspěšným pokusem vyrovnat se s problémem v rámci této falešné metriky. Nebo falešné domněnky, že světlo nebylo emitováno z emitenta už pootočené a letělo po křivé dimenzi (?)..**

čert ví..., oproti Vavryčukovi, který to ví naprosto přesně jak to je. Je zřejmé, že přijetí konformní metriky FLRW pro popis vývoje vesmíru má mnoho zásadních kosmologických důsledků.

## 1. Úvod.

Friedmann [1] použil k popisu vesmíru Einsteinovy rovnice obecné relativity (GR) a nejprve ukázal, že prostor vyplněný rovnoměrně rozloženou hmotou se může v čase vyvíjet. A nejen to. Už tedy i Friedman musel vědět (použil-li OTR), že celý vesmír je zakřivený, že kdekoliv ve vesmíru jsou jiné různé křivosti dimenzí čp (ať už čp 3+3 nebo 3+1) a musel už Friedman vědět a po něm miliony fyziků, že se vesmír 13 miliard let mění a tedy se mění i tempo plynutí času kdykoliv (!) a kdekoliv (!) kde je nehomogenní rozložení hmoty-látky. A ono je, jak vidíte i tady [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_240.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_240.jpg). Foton přináší z Ia od konce vesmíru informace, které nutně budou a musí být „cinknuté“ křivými dimenzemi čp., tedy i času. Možnost, že vesmír je skutečně dynamický, ale ne statický, později podpořili Lemaitre [2] a Hubble [3], kteří pozorovali systematický rudý posuv blízkých galaxií, který byl zhruba úměrný jejich vzdálenosti. Toto pozorování (nazývané Hubbleův-Lemaitrov zákon) bylo interpretováno jako Dopplerův jev vytvářený galaxiemi, které se vzdalují od Země v důsledku rozpínání vesmíru. Intuitivní myšlenka rudého posuvu jako Dopplerova jevu však byla později opuštěna. V současnosti je vesmír popsán tzv. Friedmann-Lemaitre-Robertson-Walker (FLRW) metrikou [4–8], která zavádí měřítko  $a(t)$  pro popis rozpínání prostoru. Pokud je Vesmír popsán „něčím“ (FLRW), tak toto „něco“ nemůže a nesmí tomu Vesmíru nic nařizovat, tedy mu nebude *zavádět*. Pokud popisují kanadské borůvky, nemůžu jim *zavádět* plody švestek... Červený posuv nesouvisí s rychlostí expanze (rychlost je špatné slovíčko pro „natahování“ časoprostoru...) jako u Dopplerova jevu, ale s poměrem mezi velikostmi prostoru, ve kterém byly fotony emitovány a přijímány [9, 10]. Autor říká, že rudý posuv souvisí s poměrem  $R^3$  a ... a ...? Ale nedořekl, nedořekl s čím dalším  $1+z=a(r)a(e)$  (1) chybí tady lomítko... kde  $z$  je červený posuv a  $a(e)$  a  $a(r)$  jsou měřítkové faktory pro vysílač a přijímač. Co to je „měřítkový faktor“ ??? Memůžu měřit fluidum !...víly v lesním hájku, ale realitu (fyzikální) která má rozměry ...; to se koukne pane Vavryčuk do dalekohledu a vidíte tam „měřítkový faktor“ ?, jak ho poznáte a ty rozměry ?? Rudý posuv vzdálených galaxií by tedy byl pozorován i v případě, kdy se vesmír v současné epoše již nerozpíná. To je zajímavé. To chce důkaz. Rudý posuv je vždy pouze bezrozměrné číslo, ač odborná literatura říká : *Rudý posuv (též červený posuv) je prodloužení vlnové délky elektromagnetického záření na straně přijímače.*

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_161.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_161.jpg) ; „posuv“  $\Delta\lambda$  čar je v metrech, a „rudý posuv“ „ $z$ “ už je bezrozměrný poměr  $\Delta\lambda / \lambda$  prodloužené vl. délky k vlastní vlnové délce laboratorní, je bezrozměrný;

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_030.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_030.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_147.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_147.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_110.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_110.jpg) a to přestože se souběžně s tím posunem rudým  $\Delta\lambda$  mění i frekvence světla  $f$  ; jsou-li na sebe kolmé, pak :

$f \cdot \lambda = c = „a“ \cdot „b“ = \infty \cdot 0 = 1 \cdot 1 \rightarrow$  hyperbola . [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_028.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_028.jpg) .

Rudý posuv vzdálených galaxií by tedy byl pozorován i v případě, kdy se vesmír v současné epoše již nerozpíná. A k tomu bych já důkaz měl. Tedy vysvětlení měl *proč by to tak bylo* : Časoprostor se v průběhu stárnutí **rozbaluje** a tak „laboratorní vlnová délka“, v  $t_0$  emitovaná, např. v době reliktního záření  $t_r$  bude dnes po 12,5 miliardách let „snímána“ na Zemi v  $t_z$  jako natažená, protože se už křivost dimenze délkové v čp za tu dobu narovnal. Proto bude mít reliktní záření velký rudý posuv  $\Delta\lambda / \lambda = z = 1005$ . Rozbalování křivostí dimenzí (i délkových i časových) vede k „natahování“ vlnové délky v oku přijímače. Tak je docela možné, že vlnová délka se za dobu 12 miliard let „jakoby“ natáhla-rozbalila se, ale reálně se neměnila..., natáhla tím jak se pootáčela křivost dienze tím se měnilo snímání té délky. Tady je k tomu jiný obrázek, ale pro představu úmyslu to i postačí [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_232.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_232.jpg)

Na rozdíl od **vesmírných souřadnic délkových** se předpokládá, že **časové souřadnice vesmírné** jsou během historie vesmíru **neměnné**. Poznámka : Vesmír žádné souřadnice nemá, lidi mají souřadnice (!), ...Vesmír má dimenze ! ( 3+1, já věřím na 3+3D ). To je poněkud zvláštní a překvapivé, O.K. Je to překvapivé, né pro mě. Já mám 3+3 dimenzionální čp a já vím o proměnnosti časových intervalů (vrůzně křivých stavech čp ) už 20-22 let, protože už 100 let OTR „zakřivovala“ časoprostor a...a tak proč už dávno fyziky nenapadlo, že čas může plynout různým tempem kdykoliv v historii a kdekoliv i nyní, v současnosti napříč řezem vesmíru dnes v  $t = 13,8$  miliard let...; no proto, že nikoho 110 let nezajímalo, že čas může mít dimenze a že se křiví. A dokonce si myslí 100 let, že na raketě čas dilatuje. Nikoliv. Nikoliv „na raketě“, ale my dostáváme z rakety informace „cinknuté“ dle STR o zpomalení tempa času na raketě, ale...ale velitel rakety nic na sobě nepozoruje, že by se mu zpomaloval čas. My pozorujeme kvasar skoro na konci Vesmíru, že letí véé se blíží céé a tím pádem musí mít „občan“ Kvasařan dilatovaný čas dle STR, ale nemá...nemá proto, že totéž by musel pozorovat pan Kvasařan na Zemi, že Země letí skorocéééčkem a že tu máme jakýsi dilatovaný čas. protože jiná řešení v GR, jako je známé Schwarzschildovo řešení [11–13], zahrnují zkreslení v prostoru a čase dohromady. To jsou ty pokusy (matematické) jak pochopit realitu, jak se „popisem“ přiblížit realitě. To dělá také Vavryčuk : vymýšlí matematiku né realitu a pokouší se aby tato se realitě blížila. Kdo neumí mtematiku, neví o vesmíru nic...ehm... Někteří autoři proto poukázali na **další alternativní teorie** přípustné v GR a **zavedli zavedli** čerty se třema rohama... **obecnější metriky pro popis izotropního homogenního vesmíru vyvíjejícího se v čase** [14–16]. Alternativní jsou pro „metriku“ v metrech, ale né pro „časoriku“ v sekundách...; čas oni nemění. Takže v tomto ohledu je Vavryčuk už druhý, co se o to pokouší ukázat, že i tempo plynutí času se v historii měnilo. Jsem líný se podívat do odkazů „jak to ti fyzikové vymysleli“ s tím „vyvíjejícím se“ časem ?! Já zakřivené dimenze, tedy i časové, „**rozbaluji (nebo sbaluji)**“...protože základní podstata vesmíru jsou jen dvě veličiny Délka a Čas a... a hmota je z nich vyrovena „křivením dimenzí“. V tomto jeho případě je uvažována **další** funkce v **metrickém tenzoru**  $g_{\alpha\beta}$ , který popisuje vývoj časové složky  $g_{00}$ . Říkáte „**vývoj časové složky**“, ehm, já tomu odnepaměti říkám „**změna tempa plynutí času**“, a) lokální viz raketa měnící rychlost tedy měnící křivost dimenze pootáčení, b) změna tempa času kosmologická = od Třesku k nám, kdy se toto tempo mění tím, že se křivé časové 3D dimenze narovnávají = rozbalují se tak jak se rozbaluje vesmír. ( porovnává se se zvolenou jednotkou – intervalem na dimenzi časové ). Proč se bojíte tomu tenzoru, „metrickému tenzoru“ říkat „**časový tenzor**“ ? Proč nebyla už postavena metrika se třemi „metrickými“ tenzory + třemi časovými tenzory ? , které popisují i vývoj tří časových složek ??? No, **protže se bojíte uznat, tedy bádát nad tím, že i čas má také tři dimenze**. Já matematiku neumím, ale vím, z dob kdy sem se jí jakž-takž ovládal a prohrabával, že to jde ! ! Např. se podívejte sem [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_005.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_005.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_015.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_015.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_036.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_036.jpg) ; Prostě pro vás je ČAS taboo ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_012.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_012.jpg) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_201.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_201.pdf) ; [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_287.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_287.jpg) . Z mnoha možností, jak tuto funkci definovat, je nejjednodušší **předpokládat**, že faktory času a měřítka jsou definovány **stejnou funkcí a(t)**. Tato možnost má jasnou výhodu, protože **kosmologický rudý posuv** bude definován stejným vzorcem jako **gravitační rudý posuv**  $1+z=g_{00}(r) / g_{00}(e) - \sqrt{2}$  kde  $g_{00}(e)$  a  $g_{00}(r)$  jsou **časové složky** metrického **časového** tenzoru  $g_{\alpha\beta}$  pro vysílač a přijímač. **Zavedení stejného měřítka** pro časové a prostorové souřadnice má také další výhody. Za prvé, tato **metrika se v čase vyvíjí** souhlas, čili vyvíjí se od velkého Třesku **rozbalování křivosti dimenzí** i tří délkových i tří dimenzí časových...podle tzv. **konformní transformace**, co to je ? Zřejmě se blížíte k **metrice 3+3D**. jejíž **vlastnosti** jsou v posledních letech v GR intenzivně studovány [17–19]. **Nová časová souřadnice** proč se stydíte odlišovat fyzikální realitu = dimenze časoprostoru od lidmi zvolených systémů geometrických souřadných os obyčejných euklidovských plochých 3+3 souřadnic ? se nazývá **konformní čas** ehm, nová časová souřadnice, vaše, s proměnnými intervaly, se bude jmenovat „konformní čas“ ; óóó, to sou novinky, a metrika využívající tento čas se nazývá **konformní časo-metrika** [14–16]. Čili ten



„konformní čas“ je ten, který se vám v rovnicích mění, mění se jeho tempo plynutí, ano ?  
 Konečně se pokuste zamyslet se nad metrikou pro 3+3D Tato metrika je obzvláště zajímavá, protože ponechává Maxwellovy rovnice nezměněné oproti jejich tvaru v Minkowského časoprostoru [20–22].?!  
 .....

**(02)-** The conformal metrics have also other exceptional properties and open space for new cosmological models as the Conformally Flat Space-Time Cosmology [14, 15, 23], Conformal Gravity [17, 24] or the Conformal Cyclic Cosmology [19, 25–27]. Nevertheless, introducing the conformal time into the FLRW metric is commonly viewed as a mathematical concept different from the physical cosmic time [16]. Otherwise, we have to admit a variable coordinate speed of light dependent on the scale factor  $a(t)$ . Although, theories of variable speed of light (VSL) exist [28, 29], they are not paid much attention, because they are against a deeply rooted concept of the speed of light as a nature constant. Nevertheless, Dicke [30] argues in his pioneering work on gravity that VSL is physically admissible. Also Dirac [31] states that “The laws may be changing, and in particular quantities which are considered to be constants of nature may be varying with cosmological time.”

In this paper, the problem of cosmic time dilation and cosmological redshift in the standard FLRW metric is revisited. It is shown that time dilation and redshift observations are, actually, inconsistent with the original FLRW metric. Instead, the conformal FLRW metric should be used for describing the Universe evolution, because it predicts time dilation and redshift correctly. Cosmological consequences of this correction are discussed.

## 2 Theory

### 2.1 FLRW Metric

The space filled by a homogenous and isotropic matter is described by the following general metric [12, 16, 22, 32]:

$$ds^2 = -A^2(t)c^2dt^2 + B^2(t)d\Sigma^2, (3)$$

where  $ds = cd\tau$  is the spacetime element,  $c$  is the speed of light,  $\tau$  is the proper time,  $t$  is the coordinate time,  $\Sigma$  is the 3-dimensional coordinate in space of uniform curvature, and  $A(t)$  and  $B(t)$  are arbitrary functions describing time evolution of time dilation and space expansion, respectively.

The standard FLRW metric is based on the assumption of the space expansion described by the scale factor  $a(t) = B(t)$  and with no time dilation  $A(t) = 1$ . Hence, the metric reads in the spherical coordinate system as [9, 10, 33].

$$ds^2 = -c^2dt^2 + a^2(t)(dr^2 - kr^2 + r^2d\Omega^2), d\Omega^2 = d\Theta^2 + \sin^2\Theta d\phi^2, (4)$$

$k$  is the curvature index of the space,  $r$  is the comoving distance, and  $\Theta$  and  $\phi$  are the spherical angles.

An alternative to Eq. 4 is the so-called conformal form of the FLRW metric [16], which assumes the same factor  $a(t)$  for time dilation and space expansion,  $A(t) = B(t) = a(t)$ ,

$$ds^2 = a^2(t)(-c^2dt^2 + dr^2 - kr^2 + r^2d\Omega^2), (5)$$

where time  $t$  has a different physical meaning than in Eq. 4 being often denoted as  $\eta$ .

Obviously, Einstein's equations do not constrain functions  $A(t)$  and  $B(t)$  in Eq. 3 and they do not give us any preference between Eq. 4 for the standard FLRW metric and Eq. 5 for the conformal FLRW metric. Both metrics are based on the assumption of perfect isotropy and homogeneity and they satisfy the GR equations.

### 2.2 Coordinate Freedom of Choosing Time

We can see that Eq. 5 is obtained from Eq. 4 by a simple transformation

$$dt = a(t)d\eta, (6)$$

where  $\eta$  is called the conformal (comoving) time and  $t$  is the proper time. Commonly, the conformal time  $\eta$  is considered as a mathematical concept different from the physical coordinate time. In this case, Eqs 4, 5 are physically equivalent, because we applied just rescaling of time using Eq. 6 and the Einstein equations are coordinate invariant [12, 34].

However, we should be aware that the coordinate invariance of the Einstein equations does not mean that we can rescale time and space coordinates arbitrarily with no physical consequences. The physically meaningful coordinates should be identified with the “cosmological coordinate system,” in which all fundamental bodies are in rest [14, 15, 20, 21]. Also, we cannot mix comoving and proper coordinates in the metric. If we ignore this condition and do not distinguish between comoving and proper coordinates, Eqs 4, 5 can possibly describe the static Universe, provided distance  $r$  is substituted by the proper distance  $R$  as

$$dr = dRa(t) \quad (7)$$

Hence, the key for understanding Eqs 4, 5 is to define, which quantities are physical (being related to the cosmological coordinate system) and which quantities describe just an arbitrary coordinate with no physical meaning. If  $r$  is the comoving distance, Eqs 4, 5 do not describe the static Universe but the expanding Universe.

.....

**(02)- Konformní** metriky mají i další výjimečné vlastnosti a otevřený prostor **pro nové kosmologické modely**, už tu mohly dááávnno být kdyby v letech 2004 – 2007 byli fyzikové k mé HDV vstřícnější a měli ochotu spolupracovat **jako je konformně plochá** **prostorová kosmologie** [14, 15, 23], **konformní** gravitace [17, 24] nebo **konformní** cyklická kosmologie - Penrose [19, 25–27]. Nicméně zavedení **konformního** času do metriky FLRW je běžně považováno za matematický koncept odlišný od fyzického kosmického času [16]. Jinak musíme připustit proměnnou souřadnicovou rychlost světla závislou na faktoru měřítka  $a(t)$ . **K zamyšlení-přemýšlení toto** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_038.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_038.jpg) Ačkoli existují teorie proměnné rychlosti světla (VSL) [28, 29], nevěnuje se jim příliš pozornosti, protože jsou proti hluboce zakořeněné koncepci rychlosti světla jako **přírodní konstanty**. **Přírodní konstanty „do 3+3D plochého časoprostoru“** Nicméně Dicke [30] ve své průkopnické práci o gravitaci tvrdí, že VSL je fyzikálně přípustná. [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_038.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_038.jpg) Také Dirac [31] uvádí, že „zákony se mohou měnit a zejména veličiny, které jsou považovány za přírodní konstanty, se mohou měnit s kosmologickým časem. V tomto článku se znovu vracíme **k problému dilatace kosmického času a kosmologického rudého posuvu ve standardní metrice FLRW**. **Dilatace času je svou podstatou vždy do souvislosti s pootáčením soustav pozorovatele a emitenta ( anebo s křivostí časové dimenze „plovoucí“ v euklidovském rastru-předu-u-síti časoprostoru** ). Je ukázáno, že pozorování dilatace času a rudého posuvu jsou ve skutečnosti nekonzistentní s původní metrikou FLRW. **Jistě**. Místo toho by měla být **pro popis vývoje vesmíru** použita **konformní** metrika FLRW, protože **správně předpovídá dilataci času a červený posuv**. **To jsou silné výroky a jako takové je potřeba je dokazovat od ideí filozofických přes matematiku až po obecnou konstrukci Vesmíru novou teorií**. **Jsou diskutovány** ha, ha, a to kde ? Na KS ČAS ??? **Ne, tam jsou diskuse mazány**. Jediné, co se tam nemaže, jsou vlezdoprdelkové a pochlebovači s pochvalami a pěním písní, což není vědecká konfrontační diskuse. **Chcete důkazy ????????** kosmologické důsledky této korekce.

## 2 Teorie 2.1 Metrika FLRW.

Prostor vyplněný homogenní a izotropní hmotou je popsán následující **obecnou metrikou obecnou starou metrikou, anebo obecnou novou metrikou ??** [12, 16, 22, 32]:  $ds^2 = -A^2(t)c^2dt^2 + B^2(t)d\Sigma^2, \dots \dots \dots (3)$  kde  $ds = cdt$  je prvek časoprostoru,  $c$  je rychlost světla,  $t$  je správný čas,  $t$  je souřadnice času,  $\Sigma$  je 3-rozměrná **souřadnice v prostoru rovnoměrného zakřivení** a  $A(t)$  a  $B(t)$  jsou libovolné funkce popisující časový vývoj dilatace času a expanze prostoru. **Chudák Vesmír, má co dělat, aby se do této jemu předepsané Pandořiny skříňky nacpal...** **Standardní metrika FLRW** je založena na předpokladu expanze prostoru popsaného měřítkovým faktorem  $a(t) = B(t)$  a **bez** časové dilatace  $A(t) = 1 = a(t) \dots \dots \dots$  ano ? Metrika se tedy čte ve sférickém souřadnicovém systému jako [9, 10, 33].  $ds^2 = -c^2dt^2 + a^2(t)(dr^2 - kr^2 + r^2d\Omega^2), d\Omega^2 = d\Theta^2 + \sin^2\Theta d\phi^2, \dots \dots \dots (4)$   $k$  je index zakřivení prostoru,  $r$  je vzdálenost přibližování a  $\Theta$  a  $\phi$  jsou sférické úhly. **Chudák Vesmír, má co dělat,**

aby ... Alternativa k Eq. 4 je tzv. konformní forma metriky FLRW [16], která předpokládá stejný faktor  $a(t)$  pro dilataci času a expanzi prostoru,  $A(t) = B(t) = a(t) \neq 1$  No, vida, a máme tu FLRW novou, odlišnou od FLRW staré. (!)  $ds^2 = a^2(t)(-c^2 dt^2 + dr^2 - kr^2 + r^2 d\Omega^2)$ , (5) kde čas  $t$  má jiný fyzikální význam než v rov. 4 se často označuje jako  $\eta$ . Jaký?, matematický význam bych chápal, ale fyzikální už méně. Je zřejmé, že Einsteinovy rovnice neomezují funkce  $A(t)$  a  $B(t)$  v rovnici. 3 a nedávají nám žádnou přednost mezi rov. 4 pro standardní metriku FLRW a Eq. 5 pro konformní metriku FLRW. Obě metriky jsou založeny na předpokladu dokonalé izotropie a homogenity a splňují rovnice GR.

## 2.2 Koordinační svoboda volby času.

Můžeme vidět, že Eq. 5 se získá z rov. 4 jednoduchou transformací  $dt = a(t)d\eta$ , .....(6) kde  $\eta$  se nazývá konformní (comoving) čas a  $t$  je správný čas. ?? Já zatím tápu... Běžně je konformní čas  $\eta$  považován za matematický koncept odlišný od fyzikálního „ $t$ “ souřadnicového času. V tomto případě jsou rovnice 4, 5 fyzikálně ekvivalentní, protože jsme použili pouze změnu měřítka času a jaká ještě jiná změna existuje než změny měřítka ??? (čas psychiatrický ?) pomocí rovnice ..... 6 a Einsteinovy rovnice jsou souřadnicově invariantní [12, 34]. Měli bychom si však uvědomit, že souřadnicová invariance Einsteinových rovnic neznámá, že můžeme libovolně měnit měřítka časových a prostorových souřadnic bez fyzikálních následků. Čili když uděláme „lidskou volbu“ měřítka časových intervalů a měřítka délkových intervalů, vyjde nám  $c = 10^8/10^0$  (přesnější číslo 2,9979246, atd.). Ale když tato čísla náhodně volená zvolíme „podle Vesmíru“ dostaneme  $c = 1/1$  ...že... a to už jsou ty měřítka která nemůžeme libovolně měnit, že? Měníme-li je, neseme „fyzikální následky“ (jak tu řekl autor). Fyzicky smysluplné souřadnice by měly být identifikovány-ztotožněny s „kosmologickým souřadnicovým systémem“, ve kterém jsou všechna základní tělesa v klidu

$m \cdot v = m_0 \cdot c = 1 \cdot 1 = \dots$  [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_031.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_031.pdf) a zde str. 7

[14, 15, 20, 21]. V metrice také nemůžeme míchat komovování ?? a správné souřadnice. Pokud tuto podmínku ignorujeme a nerozlišujeme mezi přibližovacími a vlastními souřadnicemi, rovnice 4, 5 mohou popisovat statický vesmír, za předpokladu, že vzdálenost  $r$  je nahrazena správnou vzdáleností  $R$  jako  $dr = dRa(t)$  .....(7) Výklad jsem nepochopil... Klíčem k pochopení rovnic 4, 5 je tedy definovat, které veličiny jsou fyzikální (související s kosmologickým souřadnicovým systémem) a které veličiny popisují pouze libovolnou souřadnici bez fyzikálního významu. Jestliže  $r$  je vzdálenost přibližování, rovnice 4, 5 nepopisují statický vesmír, ale rozpínající se vesmír.

**(03)-** Similarly, if the conformal time  $\eta$  is the comoving time measured by clocks in the cosmological coordinate system, then Eqs 4, 5 define two physically different Universe models. This is obvious, because Eq. 4 assumes the cosmic time being invariant of the space expansion, while Eq. 5 assumes the cosmic time being dependent on the space expansion. Consequently, the coordinate speed of light is invariant in Eq. 4 but it depends on  $a(t)$  in Eq. 5, see Appendix A. Since both equations are admissible in GR, the correct form of the metric of the cosmological coordinate system must be found from observations. Primarily, the correct metric should satisfactorily explain observations of the cosmological redshift.

### 2.3 Cosmological Redshift Inconsistency

The cosmological redshift in the standard FLRW metric is commonly explained as the change of the photon wavelength due to the space expansion [9, 10, 33, 35, 36]. The common derivation in textbooks is as follows. Light travels along the null geodesic,  $ds = cd\tau = 0$ , hence  $c^2 dt^2 = a^2(t) dl^2$ , (8)

where  $dl$  is the element of the comoving distance. Consequently,  $cdt a(t) = dl$ . (9)

Suppose the distant galaxy emits photons at constant rate  $\Delta t_e$  and with wavelength  $\lambda_e$ . The photons are observed at rate  $\Delta t_r$  and with wavelength  $\lambda_r$ . The first photon is emitted at time  $t_e$

and received at time  $t_r$ . Taking into account that the comoving distance between the galaxy and the observer is the same for the two successive photons

$$\int_{t_r}^{t_e} c dt a(t) = \int_{t_r + \Delta t}^{t_e + \Delta t} c dt a(t) \quad (10)$$

and subtracting the integral

$$\int_{t_r}^{t_e + \Delta t} c dt a(t) \quad (11)$$

we get

$$\int_{t_e + \Delta t}^{t_e} c dt a(t) = \int_{t_r + \Delta t}^{t_r} c dt a(t) \quad (12)$$

Since the scale factor  $a(t)$  varies slowly and does not change much during emission and observation of the two successive photons, we write

$$1 a(t_e) \int_{t_e + \Delta t}^{t_e} c dt = 1 a(t_r) \int_{t_r + \Delta t}^{t_r} c dt. \quad (13)$$

Hence,

$$d_e a(t_e) = d_r a(t_r) \quad (14)$$

where  $d_e = c \Delta t_e$  and  $d_r = c \Delta t_r$  are the distances between two successive photons at the emitter and the receiver, respectively. Subsequently, we can conclude that the wavelengths of photons  $\lambda_e$  and  $\lambda_r$  obey the same relation

$$\lambda_e a(t_e) = \lambda_r a(t_r) \quad (15)$$

This derivation is not, however, correct. Using [Eq. 13](#), we can also obtain the following equation

$$\Delta t_e a(t_e) = \Delta t_r a(t_r) \quad (16)$$

which indicates that the coordinate time depends on the scale factor  $a(t)$ . Obviously, [Eq. 16](#) is inconsistent with the standard FLRW metric described by [Eq. 4](#), where the coordinate time is invariant. Alternatively, we can keep the coordinate time independent of the scale factor, but then we have to assume that the light speed  $c$  depends on the scale factor  $a(t)$  and we have to distinguish between the light speed in the emitter,  $c_e$ , and in the receiver,  $c_r$ . This is again inconsistent with [Eq. 4](#).

The basic difficulty with the above derivation of redshift-dependent wavelengths of photons lies in an incorrect definition of the wavelength as distance between two different spacetime events, see [Appendices B, C](#). Obviously, the distance must be measured at one coordinate system, but not as a distance between points in two different coordinate systems connected with two photons measured at different times. Once we consider two photons travelling along the same ray path with distance  $d$  between them at the same coordinate time, the effect of increasing the distance between photons during the space expansion disappears. After any time  $t$ , both photons travel the same distance along the same ray, and consequently the distance between them keeps time independent, see [Appendix B](#).

Mathematically, we modify [Eq. 10](#), in which we do not assume the equality of the comoving distance but the equality of the light travel distance of the photons propagating along the same raypath from the emitter to the receiver:

$$\int_{t_r}^{t_e} c dt = \int_{t_r + \Delta t}^{t_e + \Delta t} c dt. \quad (17)$$

Using the same logic as above, we obtain that if time and speed of light is not changing, the wavelength of photons does not change. Hence, two successive photons travelling along the same raypath keep their mutual proper distance constant and independent of redshift.

However, the proper distance between two photons travelling along two parallel rays at the same time depends on redshift and increases with the space expansion. This is because the comoving distance between two photons moving along parallel raypaths is constant, hence the proper distance must increase with the space expansion, see [Appendix C](#). Only the proper distance between two successive photons travelling along the same ray does not change, see [Appendix B](#).

.....

**(03)**- Podobně, je-li konformní čas  $\eta$  dle autora  $\eta$  je „matematický čas“ ( pak by mě v té souvislosti zajímalo jaký je rozdíl mezi “matematickou délkou“ a fyzikální délkou...ehm...) čas pohybu měřený hodinami Ale hodinami se vždy měřil fyzikální čas, reálný kolem nás, né ten na papíře, né ten matematický čas, jak pan autor označil  $\eta$  v kosmologickém souřadnicovém systému, nějak se nám to tu kroutí ten výklad...pak rovnice 4, 5 definují dva



fyzikálně odlišné modely vesmíru. Já sem četl 3x a vidím jasně, že když pan autor „dodá“ **konformní čas  $\eta$**  – matematický - do kosmologických souřadnic, ( Vesmír nemá kosmologické souřadnice, ale má globální 3+3 **křivý** dimenzionální časoprostor ) dostane **dva fyzikálně odlišné systémy**. To si žádá lepšího vysvětlení. Určitě v sále KS tomu všichni rozuměli, jen já ne. To je zřejmé, protože **Eq. 4 předpokládá, že kosmický čas je invariantní vůči expanzi prostoru, zatímco Eq. 5 předpokládá, že kosmický čas je závislý na expanzi vesmíru. Tedy**

$$z = \frac{rH}{c}$$

Myslíte tím „kosmickým časem“, doufám, **tempo plynutí času** od Třesku do dnes ? No ale o tom tu právě je řeč, že toto tempo se v průběhu stárnutí Vesmíru mění, že blo kdysi pomalší a nyní je rychlejší. Jenže to plťí globálně a lokální tempa plynutí času jsou různá proměnlivá a střídají se tempa pomalejší s těmi rychlejšími. V každé etapě stáří je „v řezu“ vesmírem miliardy lokalit s miliardami různých temp „tikání“ času...jak se to domnívám já a jak sem pochopil, že také vy v nové modifikované FLRW. V důsledku toho je souřadnicová rychlost světla v rovnici invariantní. 4 ale závisí na  $a(t)$  v rov. 5, viz příloha A. **Protože obě rovnice jsou v GR přípustné, je třeba správný tvar metriky kosmologického souřadnicového systému zjistit z pozorování. A jak víme, snažili se o to od Hubbleho 1929 statisíce astronomů a všichni zjistili lineární vztah  $v = H \cdot r$  .., Který já se pokouším zbourat, protože navrhuji „zakřivený 3+3D časoprostor“ viz [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_239.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg) ; Správná metrika by měla **především uspokojivě vysvětlit pozorování kosmologického rudého posuvu. A konečně kosmologický rudý posuv je způsoben rozpínáním se vesmíru, kdy mezi vysílačem a přijímačem vzniká nový prostor. A tady se už neshodnem. Já na nějaké „vznikání z Ničeho“ nevěřím....Můj vesmír se rozbaluje a souběžně i sbaluje na mikroúrovni, tedy na planckovských škálách, kde tím vyrábí hmotu.****

### 2.3 Kosmologická nekonzistence rudého posuvu.

Kosmologický rudý posuv **ve standardní metrice FLRW** se běžně vysvětluje jako změna vlnové délky fotonu v důsledku expanze prostoru **Ano.  $\Delta\lambda / \lambda = z = v/\Delta v = v/c$**  [9, 10, 33, 35, 36]. Běžné odvozování v učebnicích je následující. Světlo se šíří po nulové geodéze,  $ds = cdt = 0$ , tedy  $c^2 dt^2 = a^2(t) dl^2, \dots \dots \dots (8)$  kde  $dl$  je prvek vzdálenosti přibližování. Tudíž,  $cdt a(t) = dl \dots \dots \dots (9)$  Předpokládejme, že vzdálená galaxie emituje fotony konstantní rychlostí  $\Delta t_e$  a s vlnovou délkou  $\lambda_e$ . Fotony jsou pozorovány při rychlosti  $\Delta t_r$  a s vlnovou délkou  $\lambda_r$ . První foton je emitován v čase  $t_e$  a přijat v čase  $t_r$ . Vezmeme-li v úvahu, že vzdálenost mezi galaxií a pozorovatelem je stejná pro dva po sobě jdoucí fotony  $\int_{t_r}^{t_e} c dt a(t) = \int_{t_r + \Delta t_r}^{t_e + \Delta t_e} c dt a(t) \dots \dots \dots (10)$  a odečtením integrálu  $\int_{t_r}^{t_e + \Delta t_e} c dt a(t) \dots \dots \dots (11)$  dostaneme  $\int_{t_e}^{t_e + \Delta t_e} c dt a(t) = \int_{t_r}^{t_r + \Delta t_r} c dt a(t) \dots \dots \dots (12)$  Protože se měřítko  $a(t)$  mění pomalu a během emise a pozorování dvou po sobě jdoucích fotonů se příliš nemění, píšeme  $1 a(t_e) \int_{t_e}^{t_e + \Delta t_e} c dt = 1 a(t_r) \int_{t_r}^{t_r + \Delta t_r} c dt \dots \dots \dots (13)$  Proto,  $de a(t_e) = dr a(t_r) \dots \dots \dots (14)$  kde  $de = c \Delta t_e$  a  $dr = c \Delta t_r$  jsou vzdálenosti mezi dvěma po sobě jdoucími fotony u vysílače a přijímače. Následně můžeme dojít k závěru, že vlnové délky fotonů  $\lambda_e$  a  $\lambda_r$  se řídí stejným vztahem  $\lambda_e a(t_e) = \lambda_r a(t_r) \dots \dots \dots (15)$

**Toto odvození však není správné.** Pomocí Eq. 13, můžeme také získat následující rovnici  $\Delta t_e a(t_e) = \Delta t_r a(t_r) \dots \dots \dots (16)$ , což znamená, že **souřadnicový čas závisí na faktoru měřítka  $a(t)$** . Je zřejmé, že Eq. 16 je nekonzistentní se standardní metrikou FLRW popsanou rovnicí. 4, kde je čas souřadnic invariantní. Případně můžeme ponechat souřadnicový čas nezávislý na faktoru měřítka, ale pak musíme předpokládat, že rychlost světla  $c$  závisí na faktoru měřítka  $a(t)$  a musíme rozlišovat mezi rychlostí světla v zářiči,  $c_e$  a v přijímači,  $c_r$ . **To je opět v rozporu s rov. 4. Základní potíž s výše uvedeným odvozením vlnových délek fotonů závislých na červeném posuvu spočívá v nesprávné definici vlnové délky jako vzdálenosti mezi dvěma různými časoprostorovými událostmi, viz přílohy B, C. Je zřejmé, že vzdálenost musí být měřena na jednom souřadnicovém systému, nikoli však jako vzdálenost mezi body ve dvou různých souřadnicových systémech spojených se dvěma fotony měřeními v různých**

časech. Jakmile vezmeme v úvahu dva fotony putující po stejné dráze paprsků se vzdáleností  $d$  mezi nimi a vzdálenost „ $d$ “ může být i v oblouku, tedy v křivém souřadnicovém systému, tedy v zakřiveném časoprostoru ve stejném čase souřadnic, efekt zvětšování vzdálenosti mezi fotony během expanze prostoru zmizí. Po každém čase  $t$  (řkejte raději slovíčko „doba“ které lépe vystihuje časový úsek obroti obecnému „času“) oba fotony urazí stejnou vzdálenost podél stejného paprsku a v důsledku toho je vzdálenost mezi nimi časově nezávislá, viz příloha B. Matematicky upravíme Eq. 10, ve kterém nepředpokládáme rovnost vzdálenosti comoving, ale rovnost vzdálenosti pohybu světla fotonů šířících se po stejné dráze paprsku od vysílače k přijímači:  $\int_{tr}^{tcdt} = \int_{tr}^{tcdt} + \Delta t_{te} + \Delta t_{cdt} \dots \dots \dots (17)$ . Hlubokým studováním rovnic (1) až (17) se nezabývám. Nemám potřebu hledat chybu/chyby. Mě postačíta logika. Stejnou logikou jako výše získáme, že pokud se čas (tempo plynutí) a rychlost světla nemění, nemění se ani vlnová délka fotonů. A to je ono, to je ta brutální úvahová logická chyba. Sám jste řekl, že vlnová délka nebude měnit i kdyby se vesmír nerozpinl. (!) Vlnová délka se mění, přestože tu máme sice opravenou FLRW, ale nemáte opravenou „logiku“, že křivost časoprostoru se od Třesku rozbaluje, ač máte souřadnicový systém euklidovský, tím pádem tu být musí změna vlnový délky. Dva po sobě jdoucí fotony pohybující se po stejné paprskové dráze (jako v té galaxii, kde se gravitace „šíří“ po křivé úsečce „R“ mezi dvěma tělesy; to je ten můj „logický“ důvod proč to V. Rubinový nevycházelo. Já ty vaše rovnice metriky tady do hloubky netuduji, ale vy tu máte snahu změnit v té matici 4 x 4 první člen, což si vysvětlují jako proměnlivé tempo plynutí času“ v historii vesmíru, ale „zasazujete ten člen do „plochého souřadnicového systému“, a tím znehodnocujete své snahy) si tedy udržují vzájemnou správnou vzdálenost konstantní a nezávislou na rudém posuvu. Tím jste zboural logiku: čas, časovou složku metriky použijete křivou, ale vzdálenost mezi fotony „ $d$ “ použijete „rovno-přímou-nekřivou“. Avšak správná vzdálenost mezi dvěma fotony cestujícími podél dvou paralelních paprsků současně závisí na rudém posuvu a zvyšuje se s expanzí prostoru. Jenže „expanze“ prosoru není expanzí lineární (v době po Třesku rozhodně ne), ale „rozbalo-váním“ křivostí dimenzí FLRW, křivostí 3+3D. Je to proto, že vzdálenost mezi dvěma fotony pohybujícími se po paralelních paprskových drahách je konstantní, ale v oblouku, po křivé dimenzi, viz OTR a proto se správná vzdálenost musí zvětšovat s expanzí zvětšuje se, ale r o z b a l o v á n í m křivého čp. Hubble dosáhl měření sice daleko „ke Třesku“ ale to nestačilo na zjištění změny linearitu na nelinearitu v ranném Vesmíru. prostoru, viz příloha C. Pouze správná vzdálenost mezi dvěma po sobě jdoucími fotony cestujícími podél stejného paprsku se nemění, viz příloha B. No, tady bude zakopný pes, bude tu spor...jenže vy se ne bavíte s oponenty, vy jimi opovrhujete, vy všichni „titulovaní“.

.....

**(04)-** The above derivation proves that the standard FLRW metric cannot be applied to the Universe, because it does not predict the cosmological redshift. The cosmological redshift can be observed only if the cosmic time depends on the scale factor  $a(t)$  and it runs differently at high redshift than at present. Therefore, the cosmological redshift is not a consequence of the space expansion but of time dilation. A disputable character of the original FLRW metric is also indicated by comparing this metric with other solutions in GR, where the expansion/contraction of space is tightly connected with time dilation. If we insist on no time dilation, no redshift will be observed.

The variability of the cosmic time during the Universe evolution would be supported by the fact that the mass density in the Universe is time dependent. At previous epochs, the Universe was much denser and the gravitational field much stronger. Going back in time to high redshifts is analogous to the case, when an observer moves towards the black hole. According to the Schwarzschild solution, the coordinate time for the observer close to the black hole runs differently than for the observer far from the black hole. Similarly, the coordinate time must run differently at the high redshift Universe than at the present epoch. Consequently, assuming that the Universe expands but the cosmic time is invariant is physically unjustified. Hence, the correct metric is the conformal form of the FLRW metric described by [Eq. 5](#) and the cosmological redshift obeys the same formula as the gravitational redshift:

$$\nu_e \nu_r = 1+z = \frac{g_{00}(r)}{g_{00}(e)} \quad (18)$$

where  $z$  is the redshift,  $\nu_e$  and  $\nu_r$  are the frequencies of the photon at the emitter and receiver, and  $g_{00}(e)$  and  $g_{00}(r)$  are the time components of the metric tensor  $g_{\alpha\beta}$  at the emitter and receiver, respectively.

## 2.4 Properties of the Conformal FLRW Metric

The conformal FLRW metric is essentially different from the original FLRW metric with fundamental physical consequences:

- [Eq. 5](#) implies that the comoving speed of light is constant but the proper speed of light depends on redshift. Hence, the volume of the Universe and distance between galaxies were smaller at high redshift, but photons emitted by a galaxy reach a neighbouring galaxy after the same time at high redshift as well as at the present epoch. In other words, this Universe model is conformal with the static Universe.

- The frequency  $\nu_e$  of photons emitted at redshift  $z$  is higher than the frequency  $\nu_r$  of photons received as:

$$\nu_e \nu_r = 1+z. \quad (19)$$

- Not only the frequency  $\nu$  of photons but also the rate of photons increases with redshift as  $(1+z)$ .

- The proper speed of light  $c$  in the cosmological coordinate system decreases with redshift as  $(1+z)^{-1}$ .

- The wavelength  $\lambda_e$  of photons emitted at redshift  $z$  is shorter than the wavelength  $\lambda_r$  of photons received as:

$$\lambda_e \lambda_r = (1+z)^{-2}. \quad (20)$$

This includes a decrease of frequency  $\nu$  and an increase of the speed of light  $c$  with cosmic time.

## 2.5 Friedmann Equations Revisited

If the expansion of the Universe is described by the conformal FLRW metric, the Friedmann equations must be modified. The standard Friedmann equations for the pressureless fluid read [\[10, 33\]](#).

$$(\dot{a}/a)^2 = 8\pi G_3 \rho - kc^2/a^2 + 13\Lambda c^2, \quad (21)$$

$$\ddot{a}/a = -4\pi G_3 \rho + 13\Lambda c^2, \quad (22)$$

where  $a = (1+z)^{-1}$

is the scale factor,  $G$  is the gravitational constant,  $\rho$  is the mean mass density,  $k/a^2$  is the spatial curvature of the Universe, and  $\Lambda$  is the cosmological constant.

In order to express the Friedmann equations for the conformal FLRW metric, we have to substitute time  $t$  by the conformal time  $\eta$  and time derivative  $\dot{a} = da/dt$

by  $a' = da/d\eta = a\dot{a}$

. Hence, the conformal Friedmann equations read

$$(a'/a)^2 = 8\pi G_3 \rho a^2 - kc^2, \quad (23)$$

$$a''/a = -4\pi G_3 \rho a^2, \quad (24)$$

where we omitted the cosmological constant, because it was inserted into [Eqs 21](#) and [22](#) artificially in order to fit Type Ia supernova observations. Considering the matter-dominated Universe, we get

$$8\pi G_3 \rho = H_0^2 \Omega_m a^{-3} \quad (25)$$

and [Eq. 23](#) reads

$$H_0^2(a) = H_0^2(\Omega_m a^{-1} + \Omega_k) \quad (26)$$

with the condition

$$\Omega_m + \Omega_k = 1, \quad (27)$$

where  $H(a) = a'/a$  is the Hubble parameter,  $H_0$  is the Hubble constant,  $\Omega_m$  is the normalized matter density, and  $\Omega_k$  is the normalized space curvature. Since this model is basically the Einstein-de Sitter (EdS) model but applied to the conformal FLRW metric, it will be called as the ‘‘conformal EdS model’’ in contrast to the standard EdS model based on the original FLRW metric.

## 3 Supernovae Observations

The correctness of [Eq. 26](#) for the time evolution of the Universe can be checked by Type Ia supernova (SNe Ia) observations, which provide the most accurate measurements of cosmological distances and of the expansion history of the Universe. A discrepancy between the supernova observations and the predictions of the standard EdS model was called the “supernovae dimming” [[37](#), [38](#)],

---

**(04)**- Výše uvedené odvození dokazuje, že standardní metriku FLRW nelze aplikovat na vesmír, protože nepředpovídá kosmologický rudý posuv. **To je blbost.** Kosmologický rudý posuv lze pozorovat pouze tehdy, závisí-li **kosmický čas** ( proč neříkáte *kosmické tempo plynutí času* ?? ) na faktoru měřítka  $a(t)$  což je faktor změny tempa a při vysokém rudém posuvu probíhá jinak **nelineárně** než v současnosti. **Lineárně, tak jak to ukazuje můj obrázek [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_239.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_239.jpg) Kosmologický rudý posuv tedy není důsledkem expanze prostoru, ale dilatace času. Je důsledkem i expanze = rozbalování prostoru, i rozbalování času, což tu vy slovíčky pesentujete jako „dilatace času“. Ano, dilatace času je změna „časového intervalu“ vůči jednotkovému časovému intervalu..., ale ta vzniká právě pootáčením soustav, soustavy „vlastní emitenta“ a soustavy Pozorovatele. Je to nemlich stejné jako u STR. Zaslepeně se mýlíte.**

$\Delta\lambda / \lambda = z = v/\Delta v = v/c$ . Zaslepeně měníte v metrice čas, faktor změny tempa plnutí, ale neměníte „expanzi = rozbalování“ dimenzí prostoru směrem do minulosti ke Třesku. O **sporném charakteru nekřivý prostor a nekřivý čas** původní metriky FLRW svědčí i srovnání této metriky s jinými řešeními v GR, kde **expanze/kontrakce prostoru** pochopíte ! křivost dimenzí čp..., i délkových tří dimenzí i časových tří dimenzí. Je mi Vás líto že tu ta vaše snaha o „novou meriku FLRW“ zase ztrozkotá.... U mě škoda že neumím tu matematiku, a že mě okradli dlužníci o 2,2 miliony korun v devadesátých letech, což bylo hodně !!!! v té době, r. 1994, že jsem je vydělával na zaplacení práce fyziků na HDV...škoda. Kdybych býval vydělal stovky milionů, **všechny** bych dal na mzdy, na matematické vypracování té nádherné HDV. No, osud je osud,.. **úzce souvisí s dilatací času.** Pokud budeme trvat na žádné dilataci času, nebude pozorován žádný rudý posuv. **Ale, ale...je to jinak. Proměnlivost kosmického tempa plynutí času během vývoje vesmíru (!) by podpořila skutečnost, že hustota hmoty ve vesmíru je závislá na čase.** Možná ano, ..; ale dnes se mi jeví, že **hustota hmoty s věkem Vesmíru je více a více konstantní** proto, že důvodem k přírůstku hmoty ( jeden atom na kubický kilometr ) je **PODSTATA hmoty, potažmo energie, tj. „princip křivení“ = podstata. Křivit dimenze čp znamená STVOŘIT hmotu, potažmo energii, to je způsob jak Vesmír sám vyrábí hmotu. Takže „vřící vakuum, pěna dimenzí“ = akt křivení čp je tím přírůstku hmoty/energie, aby byla hustota hmoty konstantní. V předchozích epochách byl vesmír mnohem hustší a gravitační pole mnohem silnější. ehm..??? Návrat v čase k vysokým rudým posuvům je **analogický** případu, kdy se pozorovatel pohybuje směrem k černé díře. Podle Schwarzschildova řešení běží souřadnicový „vlastní“ čas pro pozorovatele poblíž černé díry jinak než pro pozorovatele **pozemského** daleko od černé díry. O.K. ~Černá díra zakřivuje dle OTR čp a tedy je dimenze časová objektu u díry pootočená ; **snímáme** do naší průmětny, do naší současnicové soustavy pootočené intervaly, i časové (dilatace) i délkové (kontrakce). Podobně musí **souřadnicový čas běžet jinak** ve vesmíru s vysokým rudým posuvem **souřadnicový čas** neběží, souřadnicová soustava se pouze pootáčí....a natáčí se i intervaly **než v současné epoše.** V důsledku toho je předpoklad, že se vesmír rozpíná, ale kosmický čas je neměnný, **fyzikálně neopodstatněný.** O.K., **ale ten důvod je jiný Správná metrika** je tedy konformní forma metriky FLRW popsána rovnicí. 5 **Správná metrika** je/bude až se 3+3 **dimenzionální časoprostor do takové metriky 6 x 6** napíše, já to neumím...respektive jsem na to už „líný-unavený“ a **kosmologický rudý posuv** :**

$$z = \frac{rH}{c}$$

se řídí stejným vzorcem jako **gravitační rudý posuv**:



$$z = \frac{\kappa M}{c^2 R}$$

O.K.

:  $v_{\text{vr}} = 1 + z = g_{00}(r)g_{00}(e) \sqrt{18}$  kde  $z$  je červený posuv,  $v$  a  $v_r$  jsou frekvence fotonu na vysílači a přijímači a  $g_{00}(e)$  a  $g_{00}(r)$  jsou časové složky metrického tenzoru  $g_{\alpha\beta}$  na vysílači a přijímači. 2.4 Vlastnosti konformní metriky FLRW Konformní metrika FLRW se podstatně liší od původní metriky FLRW se základními fyzikálními důsledky: • Eq. 5 znamená, že rychlost pohybu světla je konstantní, ale správná rychlost světla závisí na červeném posuvu. Objem vesmíru a vzdálenost mezi galaxiemi byly tedy menší při vysokém rudém posuvu, ale fotony emitované galaxií dosáhnou sousední galaxie po stejné době při vysokém rudém posuvu, stejně jako v současné epoše. Čili jiné tempo plynutí času „dnes“ a jiné tempo před 12ti miliardami let. Ne. To si nemyslím, ta linearita je po dlouhý interval a tempo plynutí času se výrazně bude měnit až blíž k velkému třesku, já to hádám cca od 300 000 let do Třesku.

Jinými slovy, tento starý model vesmíru je konformní se statickým vesmírem. • Frekvence ve fotonů emitovaných při červeném posuvu  $z$  je vyšší než frekvence  $v_r$  fotonů přijatých jako:  $v_{\text{vr}} = 1 + z$ . (19) • Nejen frekvence  $v$  fotonů, ale i rychlost fotonů roste s červeným posuvem jako  $(1 + z)$ . • Vlastní rychlost světla  $c$  v kosmologickém souřadnicovém systému klesá s červeným posuvem jako  $(1 + z)^{-1}$ . ??? Rychlost světla by měla kopírovat nezakřivený časoprostor, tedy kopírovat euklidovský plochý čp... všechny křivé stavy polí, hmoty a křivého časoprostoru pak „plavou“ v rastru=předu= síti 3+3D plochém, nekonečném...; platí

**Pythagorova věta o energii**  $E^2 = p^2 \cdot c^2 + m_0^2 \cdot c^4 \cdot \Delta t^2 / t^2$  ;

**potazmo upravený Heisenberg**

$$m \cdot v \cdot x_c = m_0 \cdot c^2 \cdot t_c \cdot t_c / t_v ;$$

viz [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f\\_008.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/f/f_008.pdf) str. 3

• Vlnová délka  $\lambda_e$  fotonů emitovaných při červeném posuvu  $z$  je kratší než vlnová délka  $\lambda_r$  fotonů přijatých jako:  $\lambda_e \lambda_r = (1+z)^{-2}$ .....(20) To zahrnuje snížení frekvence  $v$  a zvýšení rychlosti světla  $c$  s kosmickým časem. 2.5 Přezkoumání Friedmannových rovnic Pokud je expanze vesmíru popsána konformní metrikou FLRW, musí být Friedmannovy rovnice upraveny. Standardní Friedmannovy rovnice pro beztlakovou kapalinu byly uvedeny [10, 33]. (a)  $a^2 = 8\pi G_3 \rho - k c^2 a^2 + 13 \Lambda c^2$ ,.....(21) a  $a = -4\pi G_3 \rho + 13 \Lambda c^2$ ,.....(22) kde  $a = (1+z)^{-1}$  je měřítko,  $G$  je gravitační konstanta,  $\rho$  je střední hustota hmoty,  $k/a^2$  je prostorové zakřivení vesmíru a  $\Lambda$  je kosmologická konstanta. Abychom vyjádřili Friedmannovy rovnice pro konformní metrickou FLRW, musíme nahradit čas  $t$  konformním časem  $\eta$  a časovou derivací  $\dot{a} = da/dt$  podle  $a' = da/d\eta = \dot{a} a$ . Proto se čtou konformní Friedmannovy rovnice  $(a'a)^2 = 8\pi G_3 \rho a^2 - k c^2$ ,.....(23)  $a'' a = -4\pi G_3 \rho a^2$ ,.....(24) kde jsme vynechali kosmologickou konstantu, protože byla vložena do rovnic 21 a 22 uměle, aby odpovídala pozorování supernov typu Ia. Když vezmeme v úvahu vesmír ovládaný hmotou, dostáváme  $8\pi G_3 \rho = H_0^2 \Omega_m a^{-3}$ .....(25) a Eq. 23 přečtení  $H^2(a) = H_0^2 (\Omega_m a^{-1} + \Omega_k)$ .....(26) s podmínkou  $\Omega_m + \Omega_k = 1$ ,.....(27) kde  $H(a) = a'/a$  je Hubbleův parametr,  $H_0$  je Hubbleova konstanta,  $\Omega_m$  je normalizovaná hustota hmoty a  $\Omega_k$  je normalizované zakřivení prostoru. Vzhledem k tomu, že tento model je v podstatě Einstein-de Sitter (EdS) model, ale aplikovaný na konformní metrickou FLRW, bude nazýván jako „konformní model EdS“ na rozdíl od standardního modelu EdS založeného na původní metrice FLRW. 3 Pozorování supernov Správnost rov. 26 pro časový vývoj vesmíru lze ověřit pozorováním supernov typu Ia (SNe Ia), které poskytují nejpřesnější měření kosmologických vzdáleností a historie expanze vesmíru. Nesoulad mezi pozorováním supernov a předpovědí standardního modelu EdS se nazýval „stmívání supernov“ [37, 38], No, dál už je můj komenář méně důležitý. To hlavní jsem už okomentoval. A s ohledem na to, že ho číst nikdo dalších 20 let nebude, je moje námaha dostačující.

**04.11.2022**

.....  
Nahlédnu dál ještě →

**(05)-** and led to reintroducing the cosmological constant  $\Lambda$  into the Einstein and Friedmann equations. The observation of the unexpected SNe Ia dimming motivated large-scale systematic searches for SNe Ia and resulted in a rapid extension of supernovae compilations.

The current supernovae compilations Union2.1 [39–44], and Pantheon [45, 46] comprise of hundreds of SNe Ia discovered and spectroscopically confirmed. The Pantheon dataset is the most accurate SNe Ia compilation at present. Every SN Ia is described by its apparent rest-frame B-band magnitude  $m_B$ , the absolute B-band magnitude  $M_B$ , the stretch parameter  $x_1$ , and the colour parameter  $c$ . These parameters are used in the Tripp formula [47, 48] for calculating the redshift-dependent distance modulus  $\mu(z)$ , which serves for testing the cosmological models,

$$\mu = m_B - M_B + \alpha x_1 - \beta c \quad (28)$$

where coefficients  $\alpha$  and  $\beta$  are the global nuisance parameters to be determined when seeking an optimum cosmological model. The expansion history is calculated from  $\mu$  using the following equations,

$$\mu = 25 + 5 \log_{10}(d_L), d_L = (1+z) \int_0^z c dz' H(z') \quad (29)$$

where  $d_L$  is the luminosity distance expressed for the flat Universe. The Hubble function  $H(z)$  is expressed for the flat Universe described by the standard  $\Lambda$ CDM model as

$$H^2(z) = H_0^2 [\Omega_m (1+z)^3 + \Omega_\Lambda], \quad (30)$$

by the standard EdS model as

$$H^2(z) = H_0^2 [\Omega_m (1+z)^3 + \Omega_k (1+z)^2], \quad (31)$$

and by the conformal EdS model as

$$H^2(z) = H_0^2 [\Omega_m (1+z) + \Omega_k]. \quad (32)$$

While the  $\Lambda$ CDM model contains dark energy  $\Omega_\Lambda$  as a free parameter, which must be adjusted by fitting with the SNe Ia observations, the conformal EdS model requires no free parameter for the flat Universe, and the curvature parameter  $\Omega_k$  is needed for a curved Universe. Since the Universe is nearly flat, this parameter should be close to zero and can be determined from other independent observations. Model-independent methods for estimating  $\Omega_k$  are based on reconstructing the comoving distances by Hubble parameter data and comparing with the luminosity distances [49–51], on the angular diameter distances [52], on strongly gravitational lensed SNe Ia [53] or on gravitational waves [54]. The authors report the curvature term  $\Omega_k$  ranging between  $-0.3$  and  $-0.1$  indicating that the Universe is nearly flat and closed.

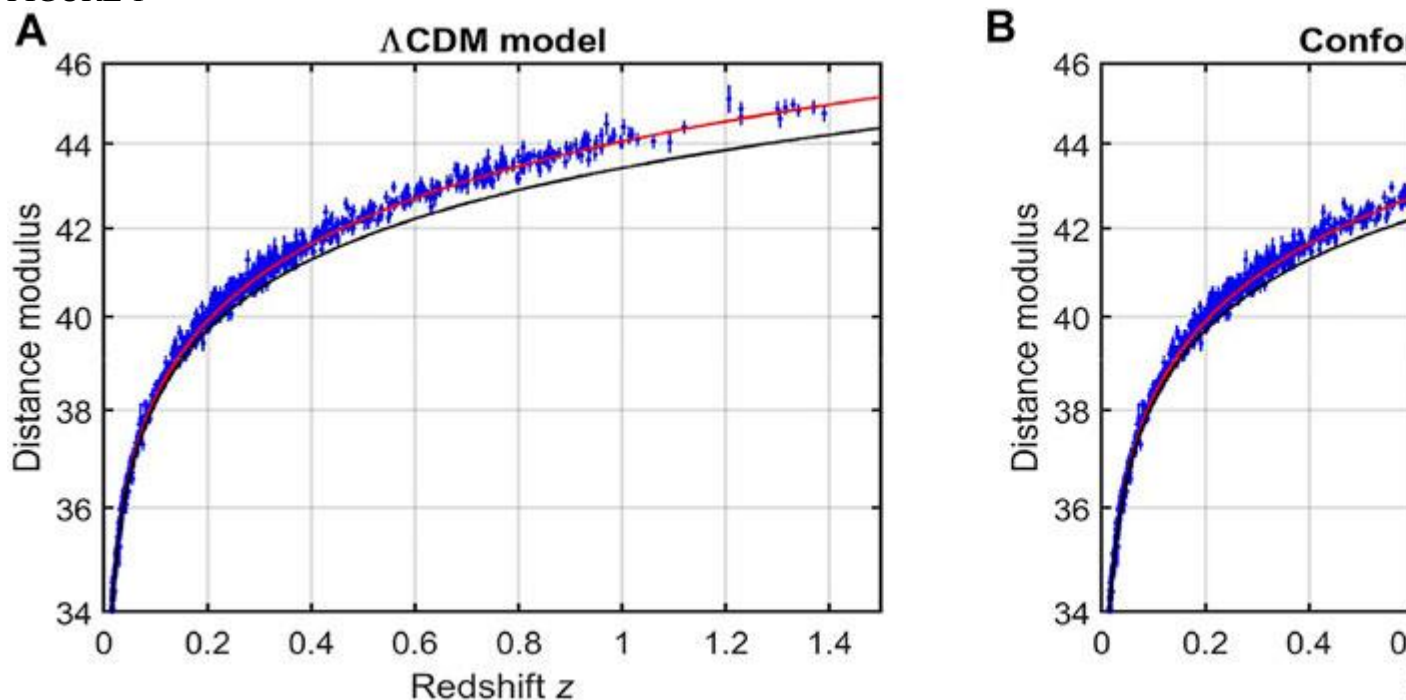
Figure 1 shows a comparison of the SNe Ia measurements with predictions of the  $\Lambda$ CDM model and the standard and conformal EdS models. The standard EdS model is in a visible disagreement with the SNe Ia measurements and this disagreement led to developing the  $\Lambda$ CDM model by introducing the normalized density of dark energy  $\Omega_\Lambda$  into Eq. 30 to get a satisfactory fit. Strikingly, the conformal EdS model defined by Eq. 32 fits data equally well as the  $\Lambda$ CDM model with no assumption on dark energy (see Figure 2). This confirms that the solution of the puzzle with the supernovae dimming does not lie in introducing dark energy but in correcting the metric used in the Friedmann equations.

**(05)** - a vedly k opětovnému zavedení kosmologické konstanty  $\Lambda$  do Einsteinových a Friedmannových rovnic. **Pozorování neočekávaného stmívání SNe Ia**. motivovalo rozsáhlé systematické hledání SNe Ia a vedlo k rychlému rozšíření kompilací supernov. **To stmívání se děje od jaké vzdálenosti od nás ?, respektive od jakého stáří od Třesku ? Děkuji.** Současné kompilace supernov Union2.1 [39–44] a Pantheon [45, 46] obsahují stovky objevených a spektroskopicky potvrzených SNe Ia. Dataset Pantheon je v současnosti nejpřesnější kompilací SNe Ia. Každý SN Ia je popsán svou zdánlivou velikostí B-pásma v  $m_B$  v zbývajícím rámci, absolutní velikostí B-pásma  $M_B$ , parametrem roztažení  $x_1$  a parametrem barvy  $c$ . Tyto parametry jsou použity v Trippově vzorci [47, 48] pro výpočet modulu vzdálenosti závislého na červeném posuvu  $\mu(z)$ , který slouží k testování kosmologických modelů,  $\mu = m_B - M_B + \alpha x_1 - \beta c$  (28) kde koeficienty  $\alpha$  a  $\beta$  jsou globální parametry obtěžování, které mají být určeny při hledání optimálního kosmologického modelu. Historie expanze se vypočítá z  $\mu$  pomocí následujících rovnic:

$$\mu = 25 + 5 \log_{10}(d_L), d_L = (1+z) \int_0^z c dz' H(z') \dots \dots \dots (29) \text{ kde } d_L \text{ je vzdálenost svítivosti vyjádřená pro plochý vesmír. Hubbleova funkce } H(z) \text{ je vyjádřena pro plochý vesmír popsany standardním } \Lambda\text{CDM modelem jako } H^2(z) = H_0^2 [\Omega_m (1+z)^3 + \Omega_\Lambda], (30) \text{ standardním modelem}$$

EdS as  $H_2(z)=H_{20}[\Omega_m(1+z)^3+\Omega_k(1+z)^2]$ , (31) a podle konformního modelu EdS as  $H_2(z)=H_{20}[\Omega_m(1+z)+\Omega_k]$ . (32) Zatímco model  $\Lambda$ CDM obsahuje temnou energii  $\Omega_\Lambda$  jako volný parametr, který musí být upraven přizpůsobením pozorování SNe Ia, konformní model EdS nevyžaduje žádný volný parametr pro plochý vesmír O.K. a parametr zakřivení  $\Omega_k$  je potřebný pro zakřivený vesmír O.K. v souladu s mými představami Protože je vesmír téměř plochý, !! do vzdálenosti cca 300 000 svět. let od Třesku měl by se tento parametr blížit nule a lze jej určit z jiných nezávislých pozorování. Metody odhadu  $\Omega_k$  zakřivení časoprostoru nezávislé na modelu jsou založeny na rekonstrukci vzdáleností přibližování pomocí dat Hubbleových parametrů a porovnání se vzdálenostmi svítivosti [49–51], na vzdálenostech úhlového průměru [52], na silně gravitační čočce SNe Ia [53] nebo na gravitační vlny [54]. Autoři uvádějí člen zakřivení  $\Omega_k$  v rozmezí -0,3 až -0,1, což naznačuje, že vesmír je téměř plochý a uzavřený. O.K. Obrázek 1 ukazuje srovnání měření SNe Ia s predikcí modelu  $\Lambda$ CDM a standardního a konformního modelu EdS. Standardní EdS model je ve viditelném rozporu s měřeními SNe Ia a tento nesouhlas vedl k vývoji  $\Lambda$ CDM modelu zavedením normalizované hustoty temné energie což je stav „vřícího vakua“ tedy stav křivých dimenzí čp a každé křivení je hmototvorné...  $\Omega_\Lambda$  do Eq. 30, abyste dosáhli uspokojivého přizpůsobení. Překvapivě, konformní EdS model definovaný rovnicí Eq. 32 odpovídá datům stejně dobře jako model  $\Lambda$ CDM bez předpokladu temné energie (viz obrázek 2). To potvrzuje, že řešení hádanky se stmíváním supernov nespočívá v zavedení temné energie, ale v opravě metriky použité ve Friedmannových rovnicích. Ano, nespočívá v zavedení temné energie, zavádět se nemusí, protože tam už je, je jakožto „vřící vakuum“, „pěna dimenzí“ na planckovských škálách, což by měla ukázat ta oprava metriky. A to jaká by toměla být „oprava“ metriky, to si netroufám nejsem matematik, bude to možná stejně jako 4 x 4 od Vavryčka, ale rozšířeno na 6 x 6, pouze v tuto chvíli si stojím „za svým názorem“, že od Třesku je Vesmír, tedy časoprostor 3+3D, a hodně zakřivený, je to polévka – pěna dimenzí = plazma, v níž se rodí elementární částice „sbalováním“ dimenzí do klubíček-balíčků <http://www.hypothesis-of-universe.com/index.php?nav=aa> a vesmír se do globálu jako celek rozbaluje, nejen prostor 3D, ale i čas 3D, a to nikoliv od Třesku axiálně.

FIGURE 1



(06)- FIGURE 1. The Hubble diagram with Type Ia supernovae observations. Blue dots show measurements of the SNe Pantheon compilation [45, 46]. The red line in (A) shows the  $\Lambda$ CDM model described by Eq. 30 with  $\Omega_m = 0.3$  and  $\Omega_\Lambda = 0.7$ . The red line in (B) shows the

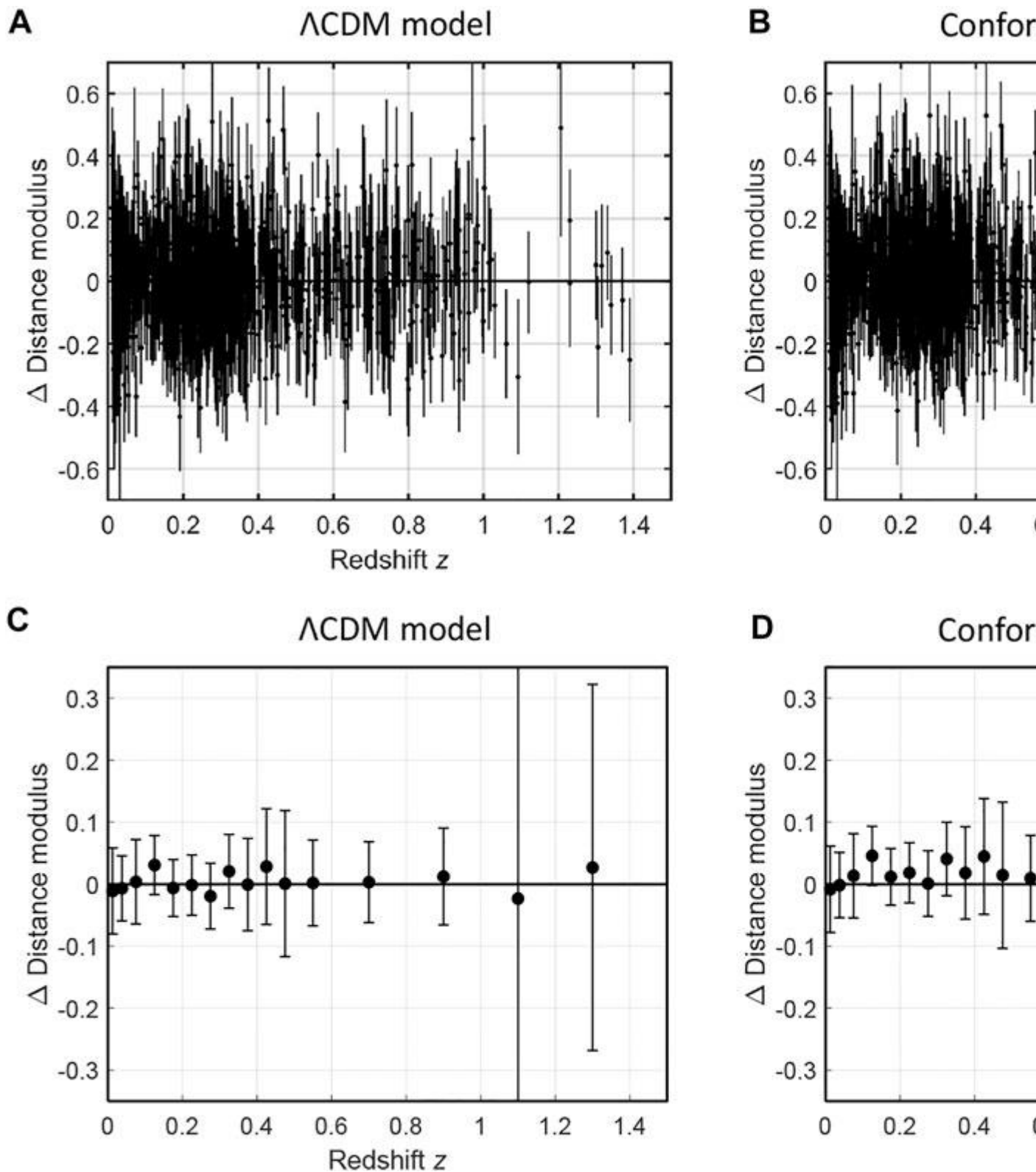
conformal EdS model described by [Eq. 32](#) with  $\Omega_m = 1.2$  and  $\Omega_k = -0.2$ . The black line in (A,B) shows the standard EdS model described by [Eq. 31](#) with  $\Omega_m = 1.0$  and  $\Omega_k = 0$ . The Hubble constant is  $H_0 = 69.8 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ , obtained from observations of the SNe Ia data with a red giant calibration [\[55\]](#).

FIGURE 2

.....

**(06)-** OBRÁZEK 1. Hubbleův diagram s pozorováním supernov typu Ia. Modré body ukazují měření kompilace SNe Pantheon [\[45, 46\]](#). Červená čára v (A) ukazuje model  $\Lambda$ CDM popsaný rovnicí. 30 s  $\Omega_m = 0,3$  a  $\Omega_\Lambda = 0,7$ . Červená čára v (B) ukazuje konformní EdS model popsaný rovnicí. 32 s  $\Omega_m = 1,2$  a  $\Omega_k = -0,2$ . Černá čára v (A,B) ukazuje standardní EdS model popsaný rovnicí. 31 s  $\Omega_m = 1,0$  a  $\Omega_k = 0$ . Hubbleova konstanta je  $H_0 = 69,8 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$ , získaná z pozorování dat SNe Ia s kalibrací červeného obra [\[55\]](#). OBRÁZEK 2





**(07)-** FIGURE 2. Residual Hubble plots for (A,B) the individual SNe Ia data and (C,D) the binned SNe Ia data. (A,C) The flat  $\Lambda$ CDM model, (B,D) the conformal EdS model. For parameters of the models, see caption of [Figure 1](#). The error bars in (C,D) show the 99% confidence intervals. Data are taken from the SNe Pantheon compilation [45, 46].

#### 4 Discussion

The Friedmann equations introduce the expansion of the Universe and form fundamentals of modern cosmology. Intuitively, the space expansion can explain the cosmological redshift, because the distant galaxies are moving away due to the expansion and we observe their light distorted by the Doppler effect. This was probably the motivation for describing the Universe by the standard FLRW metric. The problem is, however, more involved, and we know that

the cosmological redshift is not due to the Doppler effect but due to distortion of the spacetime described by GR. The redshift of distant galaxies would be observed even for a non-expanding Universe at the present epoch. From this point of view, there is no clear argument, why the standard FLRW metric introduces just the space expansion with no time dilation.

In fact, it is surprising to assume distortion of space only, because other solutions in GR such as the well-known Schwarzschild solution involve distortions in space and time together. At previous epochs, the Universe was much denser and the gravitational field much stronger, hence going back in time to high redshifts is analogous to an observer moving towards the black hole. Since the coordinate time runs differently close to and far from the black hole, we can expect to observe a similar effect when comparing clocks at the high redshift Universe and at the present epoch.

In addition, the assumption of no time dilation during the Universe evolution is not strange only from the theoretical point of view but it is also in contradiction with astronomical observations. The existence of cosmic time dilation and its real physical nature is supported by observations of gamma ray-bursts [56–58] and Type Ia supernovae light curves [59, 60]. For example, Zhang [61] studied a sample of 139 SWIFT long gamma-ray bursts (GRBs) with redshift  $z \leq 8.2$  and obtained a significant correlation between their duration and redshift. Similarly, Littlejohns and Butler [62] analysed 232 GRBs detected by the Swift/Burst Alert Telescope (BAT) and revealed that the observed durations are consistent with cosmic time dilation. As regards supernovae, the SNe Ia display rather uniform light curves and thus they can be used as local clocks. The spectral evolution of the light curves and stretching of time in the observer frame was disclosed by many authors [59, 63–65], and corrections for time dilation are now routinely applied to the SNe Ia data [60, 66].

The re-examination of light propagation in space defined by the standard FLRW metric reveals another severe contradiction with observations: this metric actually does not predict the cosmological redshift. This is surprising and against the common opinion that the standard FLRW metric produces the cosmological redshift. However, it is shown that the mathematical derivation originally proposed by Lemaitre [2] and repeated in textbooks is not correct. Lemaitre [2] analysed the change of the wavelength of photons propagating in expanding space and he came to a wrong conclusion that the wavelength of photons must increase, similarly as the proper distance between objects in rest. An increasing wavelength of photons is then transformed into the change of their frequency under the assumption of the constant speed of light. Since this derivation gave intuitively acceptable results, there was no reason to critically check its correctness by other cosmologists.

A correct analysis shows, however, that the wavelength of photons does not increase and the frequency of photons is constant during the space expansion defined by the standard FLRW metric. The change in the frequency of photons is always connected with time dilation and with a variation of the time metric  $g_{00}$  in GR, similarly as for the gravitational redshift. Therefore, the standard FLRW metric must be substituted by the conformal FLRW metric that predicts the cosmic time dilation and the cosmological redshift properly. Consequently, the cosmic time should be identified with the conformal time and the space-time evolution of the Universe should be described by the conformal FLRW metric only.

Obviously, we can ask a question: why atoms radiate photons with the same (rest-frame) frequency at all redshifts and why this frequency is not affected by time dilation? The answer is straightforward: the frequency of emitted photons is independent of redshift, because

.....

(07)- OBRÁZEK 2. Reziduální Hubbleovy grafy pro (A,B) jednotlivá data SNe Ia a (C,D) sdružená data SNe Ia. (A,C) Plochý  $\Lambda$ CDM model, (B,D) konformní EdS model. Parametry modelů viz popis na obrázku 1. Chybové úsečky v (C,D) ukazují 99% intervaly spolehlivosti. Data jsou převzata z kompilace SNe Pantheon [45, 46]. 4. Diskuze Friedmannovy rovnice představují expanzi vesmíru a tvoří základy moderní kosmologie. Intuitivně může expanze vesmíru vysvětlit kosmologický červený posuv, protože vzdálené galaxie se díky expanzi

vzdalují a my pozorujeme jejich světlo zkreslené Dopplerovým jevem. Paprsek je emitován pootočený vůči naší souřadné soustavě „místního Pozorovatele“. To byla pravděpodobně motivace pro popis vesmíru standardní metrikou FLRW. Problém je však mnohem závažnější a víme, že kosmologický rudý posuv není způsoben Dopplerovým jevem, ale zkreslením časoprostoru popsaneého GR. O.K. tak, tak čp jezakřivený globálně i v lokalitách jako jsou galaxie i ten mezigalaktický prostor Rudý posuv vzdálených galaxií by byl v současné epoše pozorován i pro nerozpínající se vesmír. Protože se ten rudý posuv děje z důvodů rozbalování. Z tohoto pohledu neexistuje jasný argument, proč standardní metrika FLRW zavádí právě expanzi prostoru bez dilatace času. Ano, chyba. Protože se s tím kosmologové spokojili a nikdo je nenutil revidovat „pravdu“, až... až přišel Vavryčuk ( a přišel s takovými návrhy před 22 let také Navrátil před Vavryčkem, kterého četli jen autsadři a mluvkové a ti co si chtěli vybějet ego. ) Ve skutečnosti je překvapivé předpokládat pouze zkreslení prostoru, protože jiná řešení v GR, jako je známé Schwarzschildovo řešení, zahrnují zkreslení prostoru a času dohromady. Ano, překvapivé to je... stejně jako je překvapivé, že nikdo nechce slyšet otázku : kdo vynalezl gravitační konstantu, respektive kdo jí přidělil rozměry ?

[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa\\_137.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/aa/aa_137.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_331.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_331.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_083.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_083.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_031.pdf](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_031.pdf)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng\\_030.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/eng/eng_030.jpg)  
[http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_364.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_364.jpg) , je to podvod. V předchozích epochách byl vesmír mnohem hustší a gravitační pole mnohem silnější, takže návrat v čase k vysokým rudým posuvům je analogický s pozorovatelem pohybujícím se směrem k černé díře. Vzhledem k tomu, že souřadnicový čas běží různě blízko a daleko od černé díry, můžeme očekávat, že podobný efekt pozorujeme při srovnávání hodin ve vesmíru s vysokým rudým posuvem a v současné epoše. O.K. rozbaluje se nejen prostor ( tři dimenze ), ale i čas a jeho tři dimenze. Nám se to pak jeví, tedy panu Vavryčkovi se to pak jeví „při pozorování z Pozorovatelny zde“ jako „dilatace času“. Ano jiné tempo plynutí času se dá vidět jako dilatace času. Ovšem stále to je ono pootáčení soustav, tedy pootáčení vesmíru jako celku, narovnávání křivoti času, tedy křivosti dimenzí času. I při tomto popisu, stále je nutě vidět, že to rozbalování dilenzí není od Třesku rovnoměrně tejné, je v každé lokalitě = clustr galaxií, do sítí jsou spojený... jiné. Navíc předpoklad, že během vývoje vesmíru nedojde k žádné dilataci času, není podivný jen z teoretického hlediska, ale je také v rozporu s astronomickými pozorováními. O.K. Existenci kosmické dilatace času pan Vavryčuk tomuříká kosmické dilatace času, já tomu říkám pootáčení soustav a rozbalování časové dimenze. O dilataci času lze psát jen z jednoho pozorovacího míst, zvolené soustavy Pozorovatele (pasovaného do klidu) a On nyní může pozorovat změnu tempa plynutí času z informací, které z Vesmíru dostává. A co dostává? Fotony (záření)...ať už jsou to informace z rakety které se věéé blíží cééé, anebo infomace z okolí černé díry, alebo informace o pohybech hvězd v ramenech galaxií, alebo o reliktním záření..., to vše Pozorovatel vyhodnocuje, a zjistí, vždycky zjistí nějaké podivnosti jako je „jiné tempo plynutí času“, jaké je na raketě, nebo na mionu co dopadl do atmosféry z kosmického záření, nebo z ramen galaxií, atd. Vždy najde pan Vavryčuk nějaké různé časy a on to nazývá dilatace. Přitom jsou to pro „místního Pozprpvatele“ pouze snímky do jeho Pozorovatelny, snímky zkreslené, snímky pootočené, snímky nějakými důvody „cinknuté“ a ... a tak se najednou „Někdo“ začne divit, divit více, někdo divit méně...někdo před 100 lety, někdo dnes v české posluchárně. její skutečnou fyzikální podstatu podporují pozorování záblesků gama [56–58] a světelných křivek supernov typu Ia [59, 60]. Například Zhang [61] studoval vzorek 139 SWIFT dlouhých gama záblesků (GRB) s červeným posuvem z  $\leq 8,2$  a získal významnou korelaci mezi jejich trváním a červeným posuvem. Podobně Littlejohns a Butler [62] analyzovali 232 GRB detekovaných dalekohledem Swift/Burst Alert Telescope (BAT) a odhalili, že pozorovaná trvání jsou v souladu s dilatací kosmického času. Pokud jde o supernovy, SNe Ia vykazují spíše jednotné světelné křivky a lze je tedy použít jako lokální hodiny. Spektrální vývoj světelných křivek a natahování času v rámci pozorovatele bylo zveřejněno mnoha autory [59, 63–65] a korekce na

dilataci času jsou nyní rutinně aplikovány na data SNe Ia [60, 66]. Opětovné zkoumání šíření světla v prostoru definovaném standardní metrikou FLRW odhaluje další vážný rozpor s pozorováními: tato metrika ve skutečnosti nepředpovídá kosmologický rudý posuv. To je překvapivé a proti běžnému názoru, že standardní metrika FLRW vytváří kosmologický rudý posuv. Ukazuje se však, že matematické odvození původně navržené Lemaitrem [2] a opakované v učebnicích není správné. Zatím to ukazujete Vy bez posouzení ostatních odborníků. Lemaitre [2] analyzoval změnu vlnové délky fotonů šířících se v rozpínajícím se prostoru a došel k nesprávnému závěru, že vlnová délka fotonů se musí zvětšovat, podobně jako správná vzdálenost mezi objekty v klidu. Rostoucí vlnová délka fotonů se pak transformuje na změnu jejich frekvence za předpokladu konstantní rychlosti světla. Protože toto odvození poskytlo intuitivně přijatelné výsledky, nebyl důvod kriticky kontrolovat jeho správnost jinými kosmology. Správná analýza však ukazuje, že vlnová délka fotonů se nezvyšuje a frekvence fotonů je konstantní během rozpínání prostoru definovaného standardní metrikou FLRW. [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_230.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_230.jpg) Změna frekvence fotonů je vždy spojena s dilatací času a změnou časové metriky  $g_{00}$  v GR, podobně jako u gravitačního rudého posuvu. Proto musí být standardní metrika FLRW nahrazena konformní metrikou FLRW, která správně předpovídá dilataci kosmického času a kosmologický červený posuv. [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_264.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_264.jpg) V důsledku toho by měl být kosmický čas identifikován s konformním časem a časoprostorový vývoj vesmíru by měl být popsán pouze konformní metrikou FLRW. Je zřejmé, že si můžeme položit otázku: proč atomy vyzařují fotony se stejnou (zbytkovou) frekvencí při všech rudých posuvech a proč tato frekvence není ovlivněna dilatací času? Odpověď je přímočará: frekvence emitovaných fotonů je nezávislá na rudém posuvu, protože

.....

**(08)**- it depends on quantized energy levels of electrons in atoms and these energy levels are redshift independent. Once the photon is emitted, its frequency decreases due to time dilation when photon propagates along the ray path from the emitter to the receiver. Since the comoving speed of light is constant, the proper speed of light must be variable. In this way, the emitted photons with frequency  $\nu$  have shorter proper wavelengths at high redshift than the photons with the same frequency  $\nu$  but emitted at the present epoch.

The correctness of the conformal FLRW metric is convincingly confirmed by SNe Ia observations. In fact, observations of the SNe Ia were originally proposed by Riess et al. [37] and Perlmutter et al. [38] for testifying the existing cosmological model and the SNe Ia observations surprisingly revealed essential discrepancy between theoretical predictions and measurements. However, instead of questioning the validity of the standard FLRW metric and the Friedmann equations, Riess et al. [37] and Perlmutter et al. [38] introduced a free parameter into the Friedmann equations to comply them with data. In this way, the model is capable to fit the SNe Ia observations, but at the cost of introducing a physically controversial concept of dark energy. By contrast, the EdS model based on the conformal FLRW metric fits the SNe Ia data with no need to introduce any new free parameter.

An argument that dark energy is not physical, but originates in the applied standard FLRW metric is used also by other authors [67–70]. For example, the accelerated expansion could be an artefact of neglecting inhomogeneity of the Universe [71–75] as proposed in the Swiss-cheese cosmology [76–78] or in the timescape cosmology [79–81]. The SNe Ia dimming can partly be a result of cosmic opacity neglected in interpretations of the SNe Ia luminosity [82–85]. By contrast, here I show that the essential difficulty with the standard FLRW metric is not in the oversimplification of the model by assuming perfect homogeneity and isotropy of the Universe, but in false neglecting time dilation during the Universe history. The results indicate that anisotropy, heterogeneity and opacity of the Universe produce probably only the second-order effects in observations.

## 5 Conclusion

In summary, we conclude that the conformal FLRW metric is the only correct metric for describing the evolution of the Universe, which can predict the cosmological redshift and time



dilation properly. If the time rate is independent of the expansion of the Universe as in the standard FLRW metric, the frequency of photons cannot change during the expansion. Therefore, the variable rate of time during the expansion is inevitable and implies the following fundamental consequences:

(1) The gravitational and cosmological redshifts are calculated by the same formula and describe the same physical process. Both redshifts reflect a distortion of time produced by changes in the gravitational field. While the gravitational redshift originates in spatial variations of the gravitational field, the cosmological redshift originates in temporal variations of the gravitational field.

(2) The metric describing the evolution of the Universe is conformal with the static model. This metric leaves the Maxwell's equations unchanged from their form in the Minkowski spacetime [20–22].

(3) The conformal FLRW metric predicts correctly the cosmological redshift: the frequency of photons increases with redshift as  $(1+z)$ . Not only the frequency of photons but also the rate of photons increases with redshift as  $(1+z)$  due to time dilation. The real physical nature of cosmic time dilation is supported by observations of gamma ray-bursts [56–58] and Type Ia supernovae light curves [59, 60, 66].

(4) The comoving speed of light is constant. The proper speed of light decreases with redshift as  $(1+z)^{-1}$ . Hence, the speed of light is not a nature constant but it varies being dependent on the scale factor  $a(t)$  [28, 86]. Consequently, distance between galaxies changes with redshift, but photons emitted by a galaxy reach a neighbouring galaxy after the same time at high redshift as well as at the present epoch. The wavelength of photons does not decrease with redshift as  $(1+z)^{-1}$  as assumed in the standard FLRW metric but it decreases with redshift as  $(1+z)^{-2}$ .

(5) The conformal FLRW metric fits the SN Ia observations with no need to introduce dark energy into the Einstein and Friedmann equations. The dark energy is an artefact of the erroneous metric used for describing the evolution of the Universe. Consequently, no repulsive forces produced by dark energy and acting against gravity are present

.....

**(08)**- závisí na kvantovaných energetických hladinách elektronů v atomech a tyto energetické hladiny jsou nezávislé na rudém posuvu. Jakmile je foton emitován, jeho frekvence klesá v důsledku dilatace času, když se foton šíří po dráze paprsku od emitoru k přijímači. Protože rychlost pohybu světla je konstantní, musí být správná rychlost světla proměnná. Tímto způsobem mají emitované fotony s frekvencí v kratší vlastní vlnové délky při vysokém červeném posuvu než fotony se stejnou frekvencí  $\nu$ , ale emitované v současné epoše. Správnost konformní metriky FLRW je přesvědčivě potvrzena pozorováním SNe Ia. Ve skutečnosti byla pozorování SNe Ia původně navržena Riessel a kol. [37] a Perlmutter et al. [38] pro doložení existujícího kosmologického modelu a pozorování SNe Ia **překvapivě odhalil zásadní rozpor mezi teoretickými předpověďmi a měřeními**. Místo zpochybňování platnosti standardní metriky FLRW a Friedmannových rovnic však Riess et al. [37] a Perlmutter et al. [38] **zavedl** do Friedmannových rovnic volný parametr, „zbožňují“ fyziky, kteří furt tomu Vesmíru něco zavádějí, ehm aby odpovídal datům. Tímto způsobem je model schopen přizpůsobit pozorování SNe Ia, ale za cenu **zavedení** fyzikálně kontroverzního konceptu **temné energie**. Já nemám ani pro ani proti, pouze si myslím, že pokud by se temná energie prokázala, odpovídalo by to měření konstantní hustotě hmoty, a důvodem by mohlo být **křivení dimenzí na planckových škálách ...atd.atd.** [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_194.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_194.jpg) Naproti tomu model EdS založený na konformní metrice FLRW odpovídá datům SNe Ia bez nutnosti **zavádět** jakýkoli nový volný parametr. Argument, že temná energie není fyzikální, ale pochází z aplikované standardní metriky FLRW, používají i jiní autoři [67–70]. Například zrychlená expanze **by mohla** být artefaktem zanedbávání nehomogenity vesmíru [71–75], jak je navrženo v kosmologii švýcarského syra [76–78] nebo v kosmologii časové krajiny [79–81]. Stmívání SNe Ia **může být** částečně důsledkem kosmické opacity opomíjené při interpretacích svítivosti SNe Ia [82–85]. **Anebo je**

stmívání galaxií z důvodu globální křivosti vesmírného časoprostoru..Naproti tomu zde ukazují, že zásadní problém se standardní metrikou FLRW není v přílišném zjednodušení modelu za předpokladu dokonalé homogenity a izotropie vesmíru, ale **ve falešném zanedbávání dilatace času během historie vesmíru**. [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_264.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_264.jpg) **Jenže jak to zjistit?** Výsledky naznačují, že anizotropie, heterogenita a neprůhlednost vesmíru mají pravděpodobně pouze efekty druhého řádu při pozorováních.

## 5 Závěr

V souhrnu **jsme Vavryčuk a kdo ještě ?** dospěli k závěru, že konformní metrika FLRW je **jedinou správnou metrikou pro popis vývoje vesmíru**, no...no, **bude jedinou**, až někdo porazí mou HDV, všechny mé názor do kosmologie **jedinou** která dokáže **správně** předpovědět kosmologický rudý posuv tj. **vaše rozpínání vesmíru oproti mému rozbalování dimenzí časoprostoru** a dilataci času. **Rozlišujte „dilataci“ která vzniká pootáčením soustav a „rozbalování“ křivostí dimenzí kteréžto není dilatací...** Pokud je **časová rychlost** nezávislá na expanzi vesmíru **Nechcete pane Vavryčuku používat jiná významová slovíčka ? Slovo „rychlost“ se k času nehodí, čas nemá rychlost, rychlost chápeme jako jinou fyzikální veličinu. Zkuste se sklonit před tupým fantasmagorem a říkat : tempo plynutí času** jako ve standardní metrice FLRW, **frekvence fotonů se nemůže během expanze měnit**. **Což jste možná okopíroval ode mě, zde [http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c\\_232.jpg](http://www.hypothesis-of-universe.com/docs/c/c_232.jpg)** Proto je proměnlivá rychlost během expanze nevyhnutelná a má následující zásadní důsledky: (1) **Gravitační a kosmologické rudé posuvy jsou vypočteny podle stejného vzorce a popisují stejný fyzikální proces. Čili křivost  $\epsilon$  a jeho rozbalování. Punktum** Oba rudé posuvy **odrážejí zkreslení času** způsobené změnami v gravitačním poli. **Nejen to. Dimenze časové byly křivé už v plazmě po Třesku, kdy ještě ta gravitace nebyla...** Zatímco gravitační rudý posuv vzniká **v prostorových třidimenzionálních** variacích gravitačního pole, **kosmologický rudý posuv vzniká v třidimenzionálních** časových variacích gravitačního pole. **No, vida, už je to skoro perfektní, už nemám co bych oponoval** (2) Metrika popisující vývoj vesmíru je v souladu se statickým modelem. Tato metrika ponechává Maxwellovy rovnice nezměněné oproti jejich tvaru v Minkowského časoprostoru [20–22]. (3) Konformní metrika FLRW **správně předpovídá kosmologický rudý posuv: frekvence fotonů roste s rudým posuvem jako  $(1 + z)$ . Nejen frekvence fotonů, ale i rychlost fotonů roste s rudým posuvem jako  $(1 + z)$  v důsledku dilatace času. Skutečnou fyzikální povahu dilatace kosmického času podporují pozorování záblesků gama [56–58] a světelných křivek supernov typu Ia [59, 60, 66]. (4) Rychlost pohybu světla je konstantní. Vlastní rychlost světla klesá s červeným posuvem jako  $(1 + z) - 1$ . Rychlost světla tedy není přirozenou konstantou, ale mění se v závislosti na faktoru měřítka  $a(t)$  [28, 86]. V důsledku toho se vzdálenost mezi galaxiemi mění s rudým posuvem, ale fotony emitované galaxií dosáhnou sousední galaxie po stejném čase při vysokém rudém posuvu, stejně jako v současné epoše. **Vlnová délka fotonů neklesá s rudým posuvem** jako  $(1 + z) - 1$ , jak se předpokládá ve standardní metrice FLRW, ale klesá s rudým posuvem jako  $(1 + z) - 2$ . (5) Konformní metrika FLRW odpovídá pozorování SN Ia bez nutnosti zavádět temnou energii do Einsteinových a Friedmannových rovnic. Temná energie je artefaktem chybné metriky používané pro popis vývoje vesmíru. V důsledku toho nejsou přítomny žádné odpudivé síly produkované temnou energií a působící proti gravitaci. **No, je to dobrá práce. Přináší do stojatých vod pokrok. Bohužel je to jiný (myslím víceméně chybný) koncept chápání Vesmíru než ten můj. Čas ukáže, kdo se víc mýlil. Přeji panu Vavryčukovi, aby se mu dařilo, a dokázal udolat své nepřátele.****

JN. 04.11.2022.

Prosím o prominutí gram.chyb a překlepů..., korekci jsem nestihl. Ani tu věcnou korekci ( a taky i kousavou řeč → důsledek toho mnohaletého pronásledování urážkami ).

Už sem starý, a **cítím postupnou zatuhlost myšlení**. Víím, že v mé HDV je dost triviálních chyb, a naivností, nebyl čas studovat celou fyziku „od píky“..., hodně to způsobeno, že nemám nikoho, kdo by mi pomohl a tvořil se mnou..., ladění té nádherné ideje.

.....

**(09)-** in the corrected Friedmann equations. Since the only force considered in the Friedmann equations is gravity, the expansion of the Universe is decelerating at the present epoch.

#### Data Availability Statement

Publicly available datasets were analyzed in this study. This data can be found here:

<https://archive.stsci.edu/prepds/ps1cosmo/>.

#### Author Contributions

VV is the only author of all presented results.

#### Conflict of Interest

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

#### Publisher's Note

All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article, or claim that may be made by its manufacturer, is not guaranteed or endorsed by the publisher.

#### Acknowledgments

I thank reviewers for their detailed and helpful reviews.

#### References

1. Friedman A. Uber die Krümmung des Raumes. *Z Physik* (1922) 10:377–86. doi:10.1007/BF01332580  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
2. Lemaître G. Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques. *Ann de la Société Scientifique de Bruxelles* (1927) 47:49–59.  
[Google Scholar](#)
3. Hubble E. A Relation between Distance and Radial Velocity Among Extra-galactic Nebulae. *Proc Natl Acad Sci U.S.A* (1929) 15:168–73. doi:10.1073/pnas.15.3.168  
[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
4. Friedman A. On the Curvature of Space. *Gen Relativity Gravitation* (1999) 31:1991–2000. doi:10.1023/a:1026751225741  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
5. Robertson HP. Kinematics and World-Structure. *ApJ* (1935) 82:284. doi:10.1086/143681  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
6. Robertson HP. Kinematics and World-Structure III. *ApJ* (1936) 83:257. doi:10.1086/143726  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
7. Walker AG, Milne EA. On the Formal Comparison of Milne's Kinematical System with the Systems of General Relativity. *Monthly Notices R Astronomical Soc* (1935) 95:263–9. doi:10.1093/mnras/95.3.263  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
8. Walker AG. On Milne's Theory of World-Structure\*. *Proc Lond Math Soc* (1937) s2-42:90–127. doi:10.1112/plms/s2-42.1.90  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
9. Peebles PJE. *Principles of Physical Cosmology* (1993). p. 736.  
[Google Scholar](#)
10. Peacock JA. *Cosmological Physics*. Cambridge University Press (1999). p. 704.  
[Google Scholar](#)
11. Misner CW, Thorne KS, Wheeler JA. *Gravitation*. Princeton University Press (1973).  
[Google Scholar](#)
12. Weinberg S. *Gravitation and Cosmology: Principles and Applications of the General Theory of Relativity*. Wiley (1972). p. 657.  
[Google Scholar](#)

13. Carroll SM. *Spacetime and Geometry. An Introduction to General Relativity* (2004). doi:10.1017/9781108770385  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
14. Endean G. Redshift and the Hubble Constant in Conformally Flat Spacetime. *ApJ* (1994) 434:397. doi:10.1086/174741  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
15. Endean G. Cosmology in Conformally Flat Spacetime. *ApJ* (1997) 479:40–5. doi:10.1086/303862  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
16. Grøn Ø, Johannesen S. FRW Universe Models in Conformally Flat-Spacetime Coordinates I: General Formalism. *Eur Phys J Plus* (2011) 126:28. doi:10.1140/epjp/i2011-11028-6  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
17. Mannheim P. Alternatives to Dark Matter and Dark Energy. *Prog Part Nucl Phys* (2006) 56:340–445. doi:10.1016/j.pnpnp.2005.08.001  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
18. Capozziello S, de Laurentis M. Extended Theories of Gravity. *Phys Rep* (2011) 509:167–321. doi:10.1016/j.physrep.2011.09.003  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
19. Penrose R. Republication of: Conformal Treatment of Infinity. *Gen Relativ Gravit* (2011) 43:901–22. doi:10.1007/s10714-010-1110-5  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
20. Infeld L, Schild A. A New Approach to Kinematic Cosmology. *Phys Rev* (1945) 68:250–72. doi:10.1103/physrev.68.250  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
21. Infeld L, Schild AE. A New Approach to Kinematic Cosmology-(B). *Phys Rev* (1946) 70:410–25. doi:10.1103/physrev.70.410  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
22. Ibison M. On the Conformal Forms of the Robertson-Walker Metric. *J Math Phys* (2007) 48:122501. doi:10.1063/1.2815811  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
23. Barut AO, Budinich P, Niederle J, Raçzka R. Conformal Space-Times-The Arenas of Physics and Cosmology. *Found Phys* (1994) 24:1461–94. doi:10.1007/BF02054779  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
- .....

**(09)**- v opravených Friedmannových rovnicích. Protože jedinou silou, kterou Friedmannovy rovnice uvažují, je gravitace, expanze vesmíru se v současné epoše zpomaluje. Prohlášení o dostupnosti dat V této studii byly analyzovány veřejně dostupné datové soubory. Tyto údaje lze nalézt zde: <https://archive.stsci.edu/prepds/ps1cosmo/>. Autorské příspěvky VV je jediným autorem všech prezentovaných výsledků. Konflikt zájmů Autor prohlašuje, že výzkum byl proveden bez jakýchkoli obchodních nebo finančních vztahů, které by mohly být vykládány jako potenciální střet zájmů. Poznámka vydavatele Všechna tvrzení vyjádřená v tomto článku jsou výhradně tvrzeními autorů a nemusí nutně představovat tvrzení jejich přidružených organizací nebo tvrzení vydavatele, redaktorů a recenzentů. Žádný produkt, který může být hodnocen v tomto článku, nebo tvrzení, které může vznést jeho výrobce, není zaručeno ani podporováno vydavatelem. Poděkování Děkuji recenzentům za jejich podrobné a užitečné recenze.

Reference 1. Friedman A. Uber die Krümmung des Raumes. *Z Physik* (1922) 10:377–86. doi:10.1007/BF01332580 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 2. Lemaître G. Un Univers homogène de masse constante a hédvábi croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra- galactiques. *Ann de la Société Scientifique de Bruxelles* (1927) 47:49–59. [Google Scholar](#) 3. Hubble E. Vztah mezi vzdáleností a radiální rychlostí mezi extragalaktickými mlhovinami. *Proč Natl Acad Sci U.S.A* (1929) 15:168–73.



doi:10.1073/pnas.15.3.168 PubMed Abstrakt | CrossRef Full Text | Google Scholar 4. Friedman A. O zakřivení prostoru. *Gen Relativity Gravitation* (1999) 31:1991–2000. doi:10.1023/a:1026751225741 CrossRef Full Text | Google Scholar 5. Robertson HP. Kinematika a světová struktura. *ApJ* (1935) 82:284. doi:10.1086/143681 CrossRef Full Text | Google Scholar 6. Robertson HP. Kinematika a struktura světa III. *ApJ* (1936) 83:257. doi:10.1086/143726 CrossRef Full Text | Google Scholar 7. Walker AG, Milne EA. O formálním srovnání Milneova kinematického systému se systémy obecné relativity. *Měsíční zprávy R Astronomical Soc* (1935) 95:263–9. doi:10.1093/mnras/95.3.263 CrossRef Full Text | Google Scholar 8. Walker AG. O Milneově teorii světové struktury\*. *Proc Lond Math Soc* (1937) s2-42:90-127. doi: 10.1112/plms/s2-42.1.90 CrossRef Full Text | Google Scholar 9. Peebles PJE. *Principy fyzikální kosmologie* (1993). p. 736. Google Scholar 10. Páv JA. *Kosmologická fyzika*. Cambridge University Press (1999). p. 704. Google Scholar 11. Misner CW, Thorne KS, Wheeler JA. *Gravitace*. Princeton University Press (1973). Google Scholar 12. Weinberg S. *Gravitace a kosmologie: Principy a aplikace obecné teorie relativity*. Wiley (1972). p. 657. Google Scholar 13. Carroll SM. *Prostorčas a geometrie. Úvod do obecné teorie relativity* (2004). doi:10.1017/9781108770385 CrossRef Full Text | Google Scholar 14. Endean G. Redshift a Hubbleova konstanta v konformně plochém časoprostoru. *ApJ* (1994) 434:397. doi:10.1086/174741 CrossRef Full Text | Google Scholar 15. Endean G. Kosmologie v konformně plochém časoprostoru. *ApJ* (1997) 479:40–5. doi:10.1086/303862 CrossRef Full Text | Google Scholar 16. Grøn Ø, Johannesen S. FRW Modely vesmíru v konformně plochých souřadnicích I: Obecný formalismus. *Eur Phys J Plus* (2011) 126:28. doi:10.1140/epjp/i2011-11028-6 CrossRef Full Text | Google Scholar 17. Mannheim P. Alternativy k temné hmotě a temné energii. *Prog Part Nucl Phys* (2006) 56:340–445. doi:10.1016/j.pnpnp.2005.08.001 CrossRef Full Text | Google Scholar 18. Capozziello S, de Laurentis M. Rozšířené teorie gravitace. *Phys Rep* (2011) 509:167–321. doi:10.1016/j.physrep.2011.09.003 CrossRef Full Text | Google Scholar 19. Penrose R. Republication of: Conformal Treatment of Infinity. *Gen Relativ Gravit* (2011) 43:901–22. doi:10.1007/s10714-010-1110-5 CrossRef Full Text | Google Scholar 20. Infeld L, Schild A. Nový přístup ke kinematické kosmologii. *Phys Rev* (1945) 68:250-72. doi:10.1103/physrev.68.250 CrossRef Full Text | Google Scholar 21. Infeld L, Schild AE. Nový přístup ke kinematické kosmologii-(B). *Phys Rev* (1946) 70:410–25. doi:10.1103/physrev.70.410 CrossRef Full Text | Google Scholar 22. Ibison M. On the Conformal Forms of Robertson-Walker Metric. *J Math Phys* (2007) 48:122501. doi:10.1063/1.2815811 CrossRef Full Text | Google Scholar 23. Barut AO, Budinich P, Niederle J, Raçzka R. Conformal Space-Times-The Arenas of Physics and Cosmology. *Found Phys* (1994) 24:1461-94. doi:10.1007/BF02054779 CrossRef Full Text | Google Scholar

.....  
**(10)-** 24. Mannheim PD. Making the Case for Conformal Gravity. *Found Phys* (2012) 42:388–420. doi:10.1007/s10701-011-9608-6

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

25. Penrose R. On Cosmological Mass with Positive  $\Lambda$ . *Gen Relativ Gravit* (2011) 43:3355–66. doi:10.1007/s10714-011-1255-x

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

26. Penrose R. The Big Bang and its Dark-Matter Content: Whence, Whither, and Wherefore. *Found Phys* (2018) 48:1177–90. doi:10.1007/s10701-018-0162-3

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

27. Tod P. The Equations of Conformal Cyclic Cosmology. *Gen Relativ Gravit* (2015) 47:17. doi:10.1007/s10714-015-1859-7

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

28. Magueijo J. New Varying Speed of Light Theories. *Rep Prog Phys* (2003) 66:2025–68. doi:10.1088/0034-4885/66/11/r04

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

29. Ellis GFR. Note on Varying Speed of Light Cosmologies. *Gen Relativ Gravit* (2007) 39:511–20. doi:10.1007/s10714-007-0396-4  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
30. Dicke RH. Gravitation without a Principle of Equivalence. *Rev Mod Phys* (1957) 29:363–76. doi:10.1103/revmodphys.29.363  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
31. Dirac P. *On Methods in Theoretical Physics* (1968). Lecture in ICTP, Trieste.  
[Google Scholar](#)
32. Harada T, Carr BJ, Igata T. Complete Conformal Classification of the Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker Solutions with a Linear Equation of State. *Class Quan Grav.* (2018) 35:105011. doi:10.1088/1361-6382/aab99f  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
33. Ryden B. *Introduction to Cosmology* (2016).  
[Google Scholar](#)
34. Mitra A. Deriving Friedmann Robertson Walker Metric and Hubble's Law from Gravitational Collapse Formalism. *Results Phys* (2012) 2:45–9.  
doi:10.1016/j.rinp.2012.04.002  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
35. Mukhanov V. Physical Foundations of Cosmology. *Cosmology* (2005).  
doi:10.1017/cbo9780511790553  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
36. Matravers D. Steven Weinberg: Cosmology. *Gen Relativ Gravit* (2008) 41:1455–8.  
doi:10.1007/s10714-008-0728-z  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
37. Riess AG, Filippenko AV, Challis P, Clocchiatti A, Diercks A, Garnavich PM, et al. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant. *Astronomical J* (1998) 116:1009–38. doi:10.1086/300499  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
38. Perlmutter S, Aldering G, Goldhaber G, Knop RA, Nugent P, Castro PG, et al. Measurements of  $\Omega$  and  $\Lambda$  from 42 High-Redshift Supernovae. *ApJ* (1999) 517:565–86.  
doi:10.1086/307221  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
39. Sullivan M, Guy J, Conley A, Regnault N, Astier P, Balland C, et al. SNLS3: Constraints on Dark Energy Combining the Supernova Legacy Survey Three-Year Data with Other Probes. *ApJ* (2011) 737:102. doi:10.1088/0004-637X/737/2/102  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
40. Suzuki N, Rubin D, Lidman C, Aldering G, Amanullah R, Barbary K, et al. Thehubble Space Telescopecluster Supernova Survey. V. Improving the Dark-Energy Constraints Above  $z > 1$  and Building an Early-Type-Hosted Supernova Sample. *ApJ* (2012) 746:85.  
doi:10.1088/0004-637X/746/1/85  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
41. Campbell H, D'Andrea CB, Nichol RC, Sako M, Smith M, Lampeitl H, et al. Cosmology with Photometrically Classified Type Ia Supernovae from the SDSS-II Supernova Survey. *ApJ* (2013) 763:88. doi:10.1088/0004-637x/763/2/88  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
42. Betoule M, Kessler R, Guy J, Mosher J, Hardin D, Biswas R, et al. Improved Cosmological Constraints from a Joint Analysis of the SDSS-II and SNLS Supernova Samples. *A&A* (2014) 568:A22. doi:10.1051/0004-6361/201423413  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
43. Rest A, Scolnic D, Foley RJ, Huber ME, Chornock R, Narayan G, et al. Cosmological Constraints from Measurements of Type Ia Supernovae Discovered during the First 1.5 Yr of the Pan-STARRS1 Survey. *ApJ* (2014) 795:44. doi:10.1088/0004-637X/795/1/44  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

44. Riess AG, Casertano S, Yuan W, Macri L, Bucciarelli B, Lattanzi MG, et al. Milky Way Cepheid Standards for Measuring Cosmic Distances and Application to Gaia DR2: Implications for the Hubble Constant. *ApJ* (2018) 861:126. doi:10.3847/1538-4357/aac82e [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
45. Scolnic DM, Jones DO, Rest A, Pan YC, Chornock R, Foley RJ, et al. The Complete Light-Curve Sample of Spectroscopically Confirmed SNe Ia from Pan-STARRS1 and Cosmological Constraints from the Combined Pantheon Sample. *ApJ* (2018) 859:101. doi:10.3847/1538-4357/aab9bb [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
46. Jones DO, Scolnic DM, Riess AG, Rest A, Kirshner RP, Berger E, et al. Measuring Dark Energy Properties with Photometrically Classified Pan-STARRS Supernovae. II. Cosmological Parameters. *ApJ* (2018) 857:51. doi:10.3847/1538-4357/aab6b1 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
47. Tripp R. A Two-Parameter Luminosity Correction for Type IA Supernovae. *Astron Astrophysics* (1998) 331:815–20. [Google Scholar](#)
- .....

- (10)-** 24. Mannheim PD. Vytvářejte argumenty pro konformní gravitaci. Fyzikální nález (2012) 42:388–420. doi:10.1007/s10701-011-9608-6 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 25. Penrose R. O kosmologické hmotě s kladným  $\Lambda$ . *Gen Relativ Gravit* (2011) 43:3355–66. doi:10.1007/s10714-011-1255-x [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 26. Penrose R. Velký třesk a jeho obsah temné hmoty: Odkud, kam a proč. Fyzikální nález (2018) 48:1177–90. doi:10.1007/s10701-018-0162-3 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 27. Tod P. Rovnice konformní cyklické kosmologie. *Gen Relative Gravit* (2015) 47:17. doi:10.1007/s10714-015-1859-7 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 28. Magueijo J. Nové teorie proměnlivé rychlosti světla. *Rep Prog Phys* (2003) 66:2025–68. doi:10.1088/0034-4885/66/11/r04 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 29. Ellis GFR. Poznámka o různých rychlostech světelných kosmologií. *Gen Relativ Gravit* (2007) 39:511–20. doi:10.1007/s10714-007-0396-4 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 30. Dicke RH. Gravitace bez principu ekvivalence. *Rev Mod Phys* (1957) 29:363–76. doi:10.1103/revmodphys.29.363 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 31. Dirac P. On Methods in Theoretical Physics (1968). Přednáška na ICTP, Terst. [Google Scholar](#) 32. Harada T, Carr BJ, Igata T. Kompletní konformní klasifikace řešení Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker s lineární stavovou rovnicí. *Třída Quan Grav.* (2018) 35:105011. doi:10.1088/1361-6382/aab99f [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 33. Ryden B. Úvod do kosmologie (2016). [Google Scholar](#) 34. Mitra A. Odvození Friedmanna Robertsona Walkera Metric a Hubbleův zákon z gravitačního kolapsového formalismu. *Výsledky Phys* (2012) 2:45–9. doi:10.1016/j.rinp.2012.04.002 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 35. Mukhanov V. Fyzikální základy kosmologie. *Kosmologie* (2005). doi:10.1017/cbo9780511790553 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 36. Matravers D. Steven Weinberg: Kosmologie. *Gen Relativ Gravit* (2008) 41:1455–8. doi:10.1007/s10714-008-0728-z [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 37. Riess AG, Filippenko AV, Challis P, Clocchiatti A, Diercks A, Garnavich PM, et al. Pozorovací důkazy ze supernov pro zrychlující se vesmír a kosmologickou konstantu. *Astronomical J* (1998) 116:1009–38. doi:10.1086/300499 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 38. Perlmutter S, Aldering G, Goldhaber G, Knop RA, Nugent P, Castro PG a kol. Měření  $\Omega$  a  $\Lambda$  ze 42 supernov s vysokým rudým posuvem. *ApJ* (1999) 517:565–86. doi:10.1086/307221 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 39. Sullivan M, Guy J, Conley A, Regnault N, Astier P, Balland C a kol. SNLS3: Omezení temné energie kombinující tříletá data průzkumu Supernova Legacy Survey s jinými sondami. *ApJ* (2011) 737:102. doi:10.1088/0004-637X/737/2/102 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 40. Suzuki N, Rubin D, Lidman C, Aldering G, Amanullah R, Barbary K, et al. The Hubble Space Telescopecluster Supernova Survey. V. Zlepšení omezení temné energie výše  $> 1$  a vytvoření vzorku supernovy hostovaného raného typu. *ApJ* (2012) 746:85. doi:10.1088/0004-637X/746/1/85 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 41. Campbell H, D'Andrea CB, Nichol

RC, Sako M, Smith M, Lampeitl H a kol. Kosmologie s fotometricky klasifikovanými supernovami typu Ia z SDSS-II Supernova Survey. *ApJ* (2013) 763:88. doi:10.1088/0004-637x/763/2/88 CrossRef Full Text | Google Scholar 42. Betoule M, Kessler R, Guy J, Mosher J, Hardin D, Biswas R a kol. Vylepšená kosmologická omezení ze společné analýzy vzorků SDSS-II a SNLS Supernova. *A&A* (2014) 568:A22. doi:10.1051/0004-6361/201423413 CrossRef Full Text | Google Scholar 43. Rest A, Scolnic D, Foley RJ, Huber ME, Chornock R, Narayan G, et al. Kosmologická omezení z měření supernov typu Ia objevená během prvního 1,5 roku průzkumu Pan-STARRS1. *ApJ* (2014) 795:44. doi:10.1088/0004-637X/795/1/44 CrossRef Full Text | Google Scholar 44. Riess AG, Casertano S, Yuan W, Macri L, Bucciarelli B, Lattanzi MG a kol. Standardy cefeid Mléčné dráhy pro měření kosmických vzdáleností a aplikace na Gaia DR2: Důsledky pro Hubbleovu konstantu. *ApJ* (2018) 861:126. doi:10.3847/1538-4357/aac82e CrossRef Full Text | Google Scholar 45. Scolnic DM, Jones DO, Rest A, Pan YC, Chornock R, Foley RJ a kol. Kompletní vzorek světelné křivky spektroskopicky potvrzeného SNe Ia z Pan-STARRS1 a kosmologická omezení z kombinovaného vzorku Pantheonu. *ApJ* (2018) 859:101. doi:10.3847/1538-4357/aab9bb CrossRef Full Text | Google Scholar 46. Jones DO, Scolnic DM, Riess AG, Rest A, Kirshner RP, Berger E, et al. Měření vlastností temné energie pomocí fotometricky klasifikovaných supernov Pan-STARRS. II. Kosmologické parametry. *ApJ* (2018) 857:51. doi:10.3847/1538-4357/aab6b1 CrossRef Full Text | Google Scholar 47. Tripp R. Dvoupárová korekce jasu pro supernovy typu IA. *Astron Astrofyzika* (1998) 331:815–20. Google Scholar

.....

- (11)-** 48. Guy J, Astier P, Baumont S, Hardin D, Pain R, Regnault N, et al. SALT2: Using Distant Supernovae to Improve the Use of Type Ia Supernovae as Distance Indicators. *A&A* (2007) 466:11–21. doi:10.1051/0004-6361:20066930  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
49. Clarkson C, Cortès M, Bassett B. Dynamical Dark Energy or Simply Cosmic Curvature? *J Cosmol Astropart Phys* (2007) 2007:011. doi:10.1088/1475-7516/2007/08/011  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
50. Li Z, Wang G-J, Liao K, Zhu Z-H. Model-independent Estimations for the Curvature from Standard Candles and Clocks. *ApJ* (2016) 833:240. doi:10.3847/1538-4357/833/2/240  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
51. Wei J-J, Wu X-F. An Improved Method to Measure the Cosmic Curvature. *ApJ* (2017) 838:160. doi:10.3847/1538-4357/aa674b  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
52. Yu H, Wang FY. New Model-independent Method to Test the Curvature of the Universe. *ApJ* (2016) 828:85. doi:10.3847/0004-637X/828/2/85  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
53. Qi J-Z, Cao S, Pan Y, Li J. Cosmic Opacity: Cosmological-model-independent Tests from Gravitational Waves and Type Ia Supernova. *Phys Dark Universe* (2019) 26:100338. doi:10.1016/j.dark.2019.100338  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
54. Liao K. The Cosmic Distance Duality Relation with Strong Lensing and Gravitational Waves: An Opacity-free Test. *ApJ* (2019) 885:70. doi:10.3847/1538-4357/ab4819  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
55. Freedman WL, Madore BF, Hatt D, Hoyt TJ, Jang IS, Beaton RL, et al. The Carnegie-Chicago Hubble Program. VIII. An Independent Determination of the Hubble Constant Based on the Tip of the Red Giant Branch\*. *ApJ* (2019) 882:34. doi:10.3847/1538-4357/ab2f73  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
56. Norris JP. Gamma-Ray Bursts: The Time Domain. *Astrophys Space Sci* (1995) 231:95–102. doi:10.1007/bf00658595  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)



57. Lee A, Bloom ED, Petrosian V. On the Intrinsic and Cosmological Signatures in Gamma-Ray Burst Time Profiles: Time Dilation. *Astrophys J Suppl S* (2000) 131:21–38. doi:10.1086/317365  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
58. Chang H-Y. Fourier Analysis of Gamma-Ray Burst Light Curves: Searching for a Direct Signature of Cosmological Time Dilation. *Astrophysical J Lett* (2001) 557:L85–L88. doi:10.1086/323331  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
59. Leibundgut B, Schommer R, Phillips M, Riess A, Schmidt B, Spyromilio J, et al. Time Dilation in the Light Curve of the Distant Type IA Supernova SN 1995K. *Astrophysical J Lett* (1996) 466:L21–L24. doi:10.1086/310164  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
60. Leibundgut B. Cosmological Implications from Observations of Type Ia Supernovae. *Annu Rev Astron Astrophys* (2001) 39:67–98. doi:10.1146/annurev.astro.39.1.67  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
61. Zhang F-W, Fan Y-Z, Shao L, Wei D-M. Cosmological Time Dilation in Durations of Swift Long Gamma-Ray Bursts. *ApJ* (2013) 778:L11. doi:10.1088/2041-8205/778/1/L11  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
62. Littlejohns OM, Butler NR. Investigating Signatures of Cosmological Time Dilation in Duration Measures of Prompt Gamma-ray Burst Light Curves. *Monthly Notices R Astronomical Soc* (2014) 444:3948–60. doi:10.1093/mnras/stu1767  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
63. Goldhaber G, Deustua S, Gabi S, Groom D, Hook I, Kim A, et al. Observation of Cosmological Time Dilation Using Type Ia Supernovae as Clocks. In: P Ruiz-Lapuente, R Canal, and J Isern, editors. *Thermonuclear Supernovae (1997)*, 486. NATO Advanced Study Institute (ASI) Series C. Kluwer Academic Publishers, London (1997). p. 777–84. doi:10.1007/978-94-011-5710-0\_48  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
64. Goldhaber G, Groom DE, Kim A, Aldering G, Astier P, Conley A, et al. Timescale Stretch Parameterization of Type Ia SupernovaB-Band Light Curves. *ApJ* (2001) 558:359–68. doi:10.1086/322460  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
65. Phillips MM, Lira P, Suntzeff NB, Schommer RA, Hamuy M, Maza J. The Reddening-free Decline Rate versus Luminosity Relationship for Type [CLC]Ia/[CLC] Supernovae. *Astronomical J* (1999) 118:1766–76. doi:10.1086/301032  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
66. Goobar A, Leibundgut B. Supernova Cosmology: Legacy and Future. *Annu Rev Nucl Part Sci* (2011) 61:251–79. doi:10.1146/annurev-nucl-102010-130434  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
67. Moffat JW. Cosmic Microwave Background, Accelerating Universe and Inhomogeneous Cosmology. *J Cosmol Astropart Phys* (2005) 2005:012. doi:10.1088/1475-7516/2005/10/012  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
68. Křížek M, Somer L. Antigravity-Its Manifestations and Origin. *Ijaa* (2013) 03:227–35. doi:10.4236/ijaa.2013.33027  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
69. Visser M. Conformally Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker Cosmologies. *Class Quan Grav.* (2015) 32:135007. doi:10.1088/0264-9381/32/13/135007  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
- .....

**(11)**- 48. Guy J, Astier P, Baumont S, Hardin D, Pain R, Regnault N, et al. SALT2: Použití vzdálených supernov ke zlepšení využití supernov typu Ia jako indikátorů vzdálenosti. *A&A* (2007) 466:11–21. doi:10.1051/0004-6361:20066930 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

49. Clarkson C, Cortês M, Bassett B. Dynamická temná energie nebo prostě kosmické zakřivení?

J Cosmol Astropart Phys (2007) 2007:011. doi:10.1088/1475-7516/2007/08/011 CrossRef Full Text | Google Scholar 50. Li Z, Wang G-J, Liao K, Zhu Z-H. Odhady zakřivení nezávislé na modelu ze standardních svíček a hodin. *ApJ* (2016) 833:240. doi:10.3847/1538-4357/833/2/240 CrossRef Full Text | Google Scholar 51. Wei J-J, Wu X-F. Vylepšená metoda měření kosmického zakřivení. *ApJ* (2017) 838:160. doi:10.3847/1538-4357/aa674b CrossRef Full Text | Google Scholar 52. Yu H, Wang FY. Nová metoda nezávislá na modelu k testování zakřivení vesmíru. *ApJ* (2016) 828:85. doi:10.3847/0004-637X/828/2/85 CrossRef Full Text | Google Scholar 53. Qi J-Z, Cao S, Pan Y, Li J. Cosmic Opacity: Kosmologické-model-nezávislé testy z gravitačních vln a supernovy typu Ia. *Phys Dark Universe* (2019) 26:100338. doi:10.1016/j.dark.2019.100338 CrossRef Full Text | Google Scholar 54. Liao K. Vztah duality kosmické vzdálenosti se silnou čočkou a gravitačními vlnami: Test bez krytí. *ApJ* (2019) 885:70. doi:10.3847/1538-4357/ab4819 CrossRef Full Text | Google Scholar 55. Freedman WL, Madore BF, Hatt D, Hoyt TJ, Jang IS, Beaton RL a kol. Carnegie-Chicago Hubbleův program. VIII. Nezávislé určení Hubbleovy konstanty na základě špičky větve rudého obra\*. *ApJ* (2019) 882:34. doi:10.3847/1538-4357/ab2f73 CrossRef Full Text | Google Scholar 56. Norris JP. Gamma-Ray Bursts: The Time Domain. *Astrophys Space Sci* (1995) 231:95–102. doi:10.1007/bf00658595 CrossRef Full Text | Google Scholar 57. Lee A, Bloom ED, Petrosian V. On the Intrinsic and Cosmological Signatures in Gamma-Ray Burst Time Profiles: Time Dilation. *Astrophys J Suppl S* (2000) 131:21–38. doi:10.1086/317365 CrossRef Full Text | Google Scholar 58. Chang H-Y. Fourierova analýza světelných křivek gama záblesků: Hledání přímého podpisu kosmologické dilatace času. *Astrophysical J Lett* (2001) 557:L85–L88. doi:10.1086/323331 CrossRef Full Text | Google Scholar 59. Leibundgut B, Schommer R, Phillips M, Riess A, Schmidt B, Spyromilio J a kol. Dilatace času ve světelné křivce vzdálené supernovy typu IA SN 1995K. *Astrophysical J Lett* (1996) 466: L21–L24. doi:10.1086/310164 CrossRef Full Text | Google Scholar 60. Leibundgut B. Kosmologické důsledky z pozorování supernov typu Ia. *Annu Rev Astron Astrophys* (2001) 39:67–98. doi:10.1146/annurev.astro.39.1.67 CrossRef Full Text | Google Scholar 61. Zhang F-W, Fan Y-Z, Shao L, Wei D-M. Kosmologická dilatace času v trvání rychlých dlouhých záblesků gama. *ApJ* (2013) 778:L11. doi:10.1088/2041-8205/778/1/L11 CrossRef Full Text | Google Scholar 62. Littlejohns OM, Butler NR. Zkoumání znaků kosmologické dilatace času v měřeních trvání rychlých světelných křivek vzplanutí gama záření. *Měsíční zprávy R Astronomical Soc* (2014) 444:3948–60. doi:10.1093/mnras/stu1767 CrossRef Full Text | Google Scholar 63. Goldhaber G, Deustua S, Gabi S, Groom D, Hook I, Kim A, et al. Pozorování kosmologické dilatace času pomocí supernov typu Ia jako hodin. In: P Ruiz-Lapuente, R Canal a J Isern, editoři. *Termonukleární supernovy* (1997), 486. NATO Advanced Study Institute (ASI) Series C. Kluwer Academic Publishers, Londýn (1997). p. 777–84. doi:10.1007/978-94-011-5710-0\_48 CrossRef Full Text | Google Scholar 64. Goldhaber G, Groom DE, Kim A, Aldering G, Astier P, Conley A a kol. Parametrizace časového rozpětí světelných křivek pásma SupernovaB typu Ia. *ApJ* (2001) 558:359–68. doi:10.1086/322460 CrossRef Full Text | Google Scholar 65. Phillips MM, Lira P, Suntzeff NB, Schommer RA, Hamuy M, Maza J. Vztah rychlosti poklesu bez zčervenání versus svítivost pro supernovy typu [CLC]Ia/[CLC]. *Astronomical J* (1999) 118:1766–76. doi:10.1086/301032 CrossRef Full Text | Google Scholar 66. Goobar A, Leibundgut B. Kosmologie supernov: dědictví a budoucnost. *Annu Rev Nucl Part Sci* (2011) 61:251–79. doi:10.1146/annurev-nucl-102010-130434 CrossRef Full Text | Google Scholar 67. Moffat JW. Kosmické mikrovlnné pozadí, zrychlující se vesmír a nehomogenní kosmologie. *J Cosmol Astropart Phys* (2005) 2005:012. doi:10.1088/1475-7516/2005/10/012 CrossRef Full Text | Google Scholar 68. Křížek M, Somer L. Antigravitace-její projevy a původ. *Ijaa* (2013) 03:227–35. doi:10.4236/ijaa.2013.33027 CrossRef Full Text | Google Scholar 69. Visser M. Conformally Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker Cosmologies. *Trída Quan Grav.* (2015) 32:135007. doi:10.1088/0264-9381/32/13/135007 CrossRef Full Text | Google Scholar

.....

- (12)- 70. Křížek M, Somer L. Excessive Extrapolations in Cosmology. *Gravit Cosmol* (2016) 22:270–80. doi:10.1134/S0202289316030105  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
71. Bolejko K, Célérier M-N, Krasiński A. Inhomogeneous Cosmological Models: Exact Solutions and Their Applications. *Class Quan Grav.* (2011) 28:164002. doi:10.1088/0264-9381/28/16/164002  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
72. Biswas T, Notari A. 'Swiss-cheese' Inhomogeneous Cosmology and the Dark Energy Problem. *J Cosmol Astropart Phys* (2008) 2008:021. doi:10.1088/1475-7516/2008/06/021  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
73. Mitra A. Interpretational conflicts between the static and non-static forms of the de Sitter metric. *Sci Rep* (2012) 2:923. doi:10.1038/srep00923  
[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
74. Mitra A, Bhattacharyya S, Bhatt N.  $\Lambda$ cdm Cosmology through the Lens of Einstein's Static Universe, the Mother of  $\Lambda$ . *Int J Mod Phys D* (2013) 22:1350012. doi:10.1142/s0218271813500120  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
75. Mitra A. Energy of Einstein's Static Universe and its Implications for the  $\Lambda$ CDM Cosmology. *J Cosmol Astropart Phys* (2013) 2013:007. doi:10.1088/1475-7516/2013/03/007  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
76. Marra V, Kolb EW, Matarrese S, Riotto A. Cosmological Observables in a Swiss-cheese Universe. *Phys Rev D* (2007) 76:123004. doi:10.1103/PhysRevD.76.123004  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
77. Vanderveld RA, Flanagan ÉÉ, Wasserman I. Luminosity Distance in “Swiss Cheese” Cosmology with Randomized Voids. I. Single Void Size. *Phys Rev D* (2008) 78:083511. doi:10.1103/PhysRevD.78.083511  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
78. Flanagan ÉÉ, Kumar N, Wasserman I, Vanderveld RA. Luminosity Distance in “Swiss Cheese” Cosmology with Randomized Voids. II. Magnification Probability Distributions. *Phys Rev D* (2012) 85:023510. doi:10.1103/physrevd.85.023510  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
79. Wiltshire DL. Exact Solution to the Averaging Problem in Cosmology. *Phys Rev Lett* (2007) 99:251101. doi:10.1103/PhysRevLett.99.251101  
[PubMed Abstract](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
80. Wiltshire DL. Average Observational Quantities in the Timescape Cosmology. *Phys Rev D* (2009) 80:123512. doi:10.1103/PhysRevD.80.123512  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
81. Smale PR, Wiltshire DL. Supernova Tests of the Timescape Cosmology. *Monthly Notices R Astronomical Soc* (2011) 413:367–85. doi:10.1111/j.1365-2966.2010.18142.x  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
82. Aguirre A. Intergalactic Dust and Observations of Type IA Supernovae. *ApJ* (1999) 525:583–93. doi:10.1086/307945  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
83. Aguirre AN. Dust versus Cosmic Acceleration. *Astrophysical J* (1999) 512:L19–L22. doi:10.1086/311862  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
84. Ménard B, Kilbinger M, Scranton R. On the Impact of Intergalactic Dust on Cosmology with Type Ia Supernovae. *Monthly Notices R Astronomical Soc* (2010) 406:no. doi:10.1111/j.1365-2966.2010.16464.x  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)
85. Vavryčuk V. Universe Opacity and Type Ia Supernova Dimming. *Monthly Notices R Astronomical Soc* (2019) 489:L63–L68. doi:10.1093/mnrasl/slz128  
[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

86. Ellis GFR. On the Definition of Distance in General Relativity: I. M. H. Etherington (Philosophical Magazine Ser. 7, Vol. 15, 761 (1933)). *Gen Relativ Gravit* (2007) 39:1047–52. doi:10.1007/s10714-006-0355-5

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

Appendix A: Coordinate Speed of Light in the Standard and Conformal FLRW Metrics

Let us assume light propagating in the space described by the standard FLRW metric, see [Eq. 4](#). The equation of the null geodesics for photons,  $ds^2 = 0$ , yields

$$cdt=a(t)dl,(A1)$$

where  $dl$  is the element of the comoving distance. The comoving speed of light  $v$  reads

$$v=dl/dt=ca(t),(A2)$$

and the proper speed of light  $\tilde{v}$

is

$$\tilde{v}=\frac{dl}{dt}=\frac{dl}{cdt}c=\frac{c}{a(t)}v=c.(A3)$$

If light propagates in the space described by the conformal FLRW metric described by [Eq. 5](#), the equation of the null geodesics for photons,  $ds^2 = 0$ , yields

$$cdt=dl.(A4)$$

Hence, the comoving speed of light  $v$  is

$$v=dl/dt=c,(A5)$$

and the proper speed of light  $\tilde{v}$

is

$$\tilde{v}=\frac{dl}{dt}=\frac{dl}{cdt}c=a(t)v=a(t)c.(A6)$$

The dependence of  $\tilde{v}$

on the scale factor  $a(t)$  in [Eq. A6](#) is a trivial consequence of [Eq. A5](#) expressing that the speed of light is constant in the comoving coordinates. Since the proper speed of light is the actually measured speed of light, [Eqs A3, A6](#) predict essentially different behaviour of light in the standard and conformal FLRW metrics.

Appendix B: Distance Between Two Successive Photons Travelling Along the Same Raypath

Let us assume two photons propagating in the space described by the standard FLRW metric, see [Eq. 4](#).

.....  
**(12)-** 70. Křížek M, Somer L. Excessive Extrapolations in Cosmology. *Gravit Cosmol* (2016) 22:270–80. doi:10.1134/S0202289316030105 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 71.

Bolejko K, Célérier M-N, Krasiński A. Nehomogenní kosmologické modely: Přesná řešení a jejich aplikace. *Třída Quan Grav.* (2011) 28:164002. doi:10.1088/0264-9381/28/16/164002

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 72. Biswas T, Notari A. 'Swiss-cheese' Nehomogenní kosmologie a problém temné energie. *J Cosmol Astropart Phys* (2008) 2008:021.

doi:10.1088/1475-7516/2008/06/021 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 73. Mitra A.

Interpretační konflikty mezi statickou a nestatickou formou de Sitterovy metriky. *Sci Rep*

(2012) 2:923. doi:10.1038/srep00923 [PubMed Abstrakt](#) | [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#)

74. Mitra A, Bhattacharyya S, Bhatt N.  $\Lambda$ cdm Kosmologie objektivem Einsteinova statického vesmíru, Matka  $\Lambda$ . *Int J Mod Phys D* (2013) 22:1350012. doi:10.1142/s0218271813500120

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 75. Mitra A. Energie Einsteinova statického vesmíru a její důsledky pro kosmologii  $\Lambda$ CDM. *J Cosmol Astropart Phys* (2013) 2013:007.

doi:10.1088/1475-7516/2013/03/007 [CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 76. Marra V, Kolb EW, Matarrese S, Riotto A. Cosmological Observables in a Swiss-cheese Universe. *Phys Rev D* (2007) 76:123004. doi:10.1103/PhysRevD.76.123004

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 77. Vanderveld RA, Flanagan ÉÉ, Wasserman I. Luminosity Distance in "Swiss Cheese" kosmologie s náhodnými dutinami. I. Velikost jednoho prázdného místa. *Phys Rev D* (2008) 78:083511. doi:10.1103/PhysRevD.78.083511

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 78.

Flanagan ÉÉ, Kumar N, Wasserman I, Vanderveld RA. Vzdálenost svítivosti v kosmologii

„švýcarského sýra“ s náhodně vybranými dutinami. II. Rozdělení pravděpodobnosti zvětšení. *Phys Rev D* (2012) 85:023510. doi:10.1103/physrevd.85.023510

[CrossRef Full Text](#) | [Google Scholar](#) 79. Wiltshire DL. Přesné řešení problému průměrování v kosmologii. *Phys Rev Lett*



(2007) 99:251101. doi:10.1103/PhysRevLett.99.251101 PubMed Abstrakt | CrossRef Full Text | Google Scholar 80. Wiltshire DL. Průměrné pozorovací veličiny v kosmologii časové krajiny. Phys Rev D (2009) 80:123512. doi:10.1103/PhysRevD.80.123512 CrossRef Full Text | Google Scholar 81. Smale PR, Wiltshire DL. Testy supernov kosmologie Timescape. Měsíční zprávy R Astronomical Soc (2011) 413:367–85. doi:10.1111/j.1365-2966.2010.18142.x CrossRef Full Text | Google Scholar 82. Aguirre A. Intergalaktický prach a pozorování supernov typu IA. ApJ (1999) 525:583-93. doi:10.1086/307945 CrossRef Full Text | Google Scholar 83. Aguirre AN. Prach versus kosmické zrychlení. Astrophysical J (1999) 512: L19–L22. doi:10.1086/311862 CrossRef Full Text | Google Scholar 84. Ménard B, Kilbinger M, Scranton R. O dopadu mezigalaktického prachu na kosmologii supernovy typu Ia. Měsíční zprávy R Astronomical Soc (2010) 406:č. doi:10.1111/j.1365-2966.2010.16464.x CrossRef Full Text | Google Scholar 85. Vavryčuk V. Neprůhlednost vesmíru a stmívání supernovy typu Ia. Měsíční zprávy R Astronomical Soc (2019) 489:L63–L68. doi:10.1093/mnrasl/slz128 CrossRef Full Text | Google Scholar 86. Ellis GFR. K definici vzdálenosti v obecné relativitě: I. M. H. Etherington (Philosophical Magazine Ser. 7, Vol. 15, 761 (1933)). Gen Relativ Gravit (2007) 39:1047–52. doi:10.1007/s10714-006-0355-5 CrossRef Full Text | Google Scholar Příloha A: Souřadnicová rychlost světla ve standardní a konformní metrice FLRW Předpokládejme světlo šířící se v prostoru popsaném standardní metrikou FLRW, viz Rov. 4. Z rovnice nulové geodetiky pro fotony,  $ds^2 = 0$ , vyplývá  $c dt = a(t) dl$ , (A1) kde  $dl$  je prvek vzdálenosti přibližování. Rychlost pohybu světla  $v$  se čte  $v = dl/dt = ca(t)$ , (A2) a správnou rychlost světla  $\tilde{v}$  je  $\tilde{v} = v/v_i = \sqrt{v_i^2/g_{ii}} = \sqrt{a(t)v} = c$ . (A3) Pokud se světlo šíří v prostoru popsaném konformní metrikou FLRW popsanou rovnicí. 5, rovnice nulové geodetiky pro fotony,  $ds^2 = 0$ , dává  $c dt = dl$ . (A4) Rychlost pohybu světla  $v$  tedy je  $v = dl/dt = c$ , (A5) a správnou rychlost světla  $\tilde{v}$  je  $\tilde{v} = v/v_i = \sqrt{v_i^2/g_{ii}} = \sqrt{a(t)v} = a(t)c$ . (A6) Závislost  $\tilde{v}$  na faktoru měřítka  $a(t)$  v rov. A6 je triviální důsledek rov. A5 vyjadřující, že rychlost světla je v přibližujících se souřadnicích konstantní. Protože správná rychlost světla je skutečně naměřená rychlost světla, rovnice A3, A6 předpovídají v podstatě odlišné chování světla ve standardní a konformní metrice FLRW. Dodatek B: Vzdálenost mezi dvěma po sobě jdoucími fotony cestujícími po stejné paprskové dráze Předpokládejme dva fotony šířící se v prostoru popsaném standardní metrikou FLRW, viz Rov. 4.

**(13)-** We will consider the case of two successive photons travelling along the same raypath with time delay  $\Delta t$  between them. The photons are emitted by a common source situated at the origin of coordinates and they travel in the space along the  $x$ -axis for time  $T$  to reach a receiver. The equations of the null geodesics for the photons,  $ds^2 = 0$ , yield  $c dt = a(t) dx, c dt' = a(t') dx'$ , (B1) where  $t' = t + \Delta t$ . The initial comoving coordinates of photons at the initial time  $t_0$  are taken as  $x_0 = \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} c dt a(t), y_0 = 0, z_0 = 0$ , (B2)  $x'_0 = 0, y'_0 = 0, z'_0 = 0$ , (B3) and the comoving distance  $d_0$  between the photons at time  $t_0$  reads  $d_0 = x_0 - x'_0 = \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} c dt a(t) = d^0_0 a_0$  (B4) where  $d^0_0$  is the proper distance between the photons at time  $t_0$  defined as  $d^0_0 = \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} c dt = c \Delta t$  (B5) and we assumed in Eq. B4 that the scale factor  $a(t)$  does not change much during the time interval  $\Delta t$ . Once the second photon reaches the receiver, we get  $d_T = x_T - x'_T = \int_{t_0 + T}^{t_0 + T + \Delta t} c dt a(t) = \int_{T}^{T + \Delta T} c dt a(t) = d^T_T a_T$  (B6) where  $a_T$  is the scale factor at time  $t_0 + T$  and  $d^T_T$  is the proper distance between the photons at time  $t_0 + T$   $d^T_T = \int_{t_0 + T}^{t_0 + T + \Delta t} c dt = c \Delta t$ . (B7)

Comparing [Eqs B5, B7](#), we see that the proper distance between two successive photons is constant and independent of the scale factor  $a(t)$ . Consequently, the wavelength of photons cannot change with the scale factor  $a(t)$  in the standard FLRW metric.

#### Appendix C: Distance Between Two Photons Travelling Along Parallel Raypaths

Let us assume two photons propagating in the space described by the standard FLRW metric, see [Eq. 4](#). We will consider the case of two photons emitted at the same time by two different sources and travelling along two parallel rays. The photons travel in the space along the  $x$ -axis and need time  $T$  to reach their receivers. The equations of the null geodesics for the photons,  $ds^2 = 0$ , yield

$$cdt=a(t)dx, cdt'=a(t')dx'.(C1)$$

The initial comoving coordinates of photons at the initial time  $t_0$  are taken as

$$x_0=0, y_0=d_0, z_0=0, (C2)$$

$$x'_0=0, y'_0=0, z'_0=0. (C3)$$

Hence, the initial comoving distance between the two photons is  $d_0$ . After elapsing time  $T$ , we get

$$x_T=\int_{t_0}^{t_0+T} c dt a(t), y_0=d_0, z_0=0, (C4)$$

$$x'_T=\int_{t_0}^{t_0+T} c dt' a(t'), y'_0=0, z'_0=0, (C5)$$

and the comoving distance  $d_T$  between the photons at time  $t_0 + T$  reads

$$d_T=d_0. (C6)$$

Consequently, the proper distances  $d^0$

and  $d^T$

between the two photons at times  $t_0$  and  $t_0 + T$  read

$$d^0=a_0 d_0, d^T=a_T d_T, (C7)$$

implying that the proper distance between the photons linearly increases with the increasing scale factor  $a(t)$ .

Keywords: expansion of the Universe, dark energy, cosmic time dilation, Type Ia supernovae, early Universe

Citation: Vavryčuk V (2022) Cosmological Redshift and Cosmic Time Dilation in the FLRW Metric. *Front. Phys.* 10:826188. doi: 10.3389/fphy.2022.826188

Received: 30 November 2021; Accepted: 07 April 2022;

Published: 23 May 2022.

Edited by:

[Pradyumn Kumar Sahoo](#), Birla Institute of Technology and Science, India

Reviewed by:

[Michal Křížek](#), Czech Academy of Sciences, Czechia

[Ravi Kant Mishra](#), Sant Longowal Institute of Engineering and Technology, India

Copyright © 2022 Vavryčuk. This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](#). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

\*Correspondence: Václav Vavryčuk, [vv@ig.cas.cz](mailto:vv@ig.cas.cz)

Disclaimer: All claims expressed in this article are solely those of the authors and do not necessarily represent those of their affiliated organizations, or those of the publisher, the editors and the reviewers. Any product that may be evaluated in this article or claim that may be made by its manufacturer is not guaranteed or endorsed by the publisher.

**(13)**- Budeme uvažovat případ dvou po sobě jdoucích fotonů putujících po stejné paprskové dráze s časovým zpožděním  $\Delta t$  mezi nimi. Fotony jsou emitovány společným zdrojem umístěným v počátku souřadnic a pohybují se prostorem podél osy  $x$  po dobu  $T$ , aby dosáhly přijímače. Rovnice nulové geodetiky pro fotony,  $ds^2 = 0$ , dávají výtěžek  $cdt=a(t)dx, cdt'=a(t')dx', (B1)$  kde  $t' = t + \Delta t$ . Počáteční komovující souřadnice fotonů v počátečním čase  $t_0$  jsou brány jako  $x_0=\int_{t_0}^{t_0+\Delta t} c dt a(t), y_0=0, z_0=0, (B2)$

$x'_0=0, y'_0=0, z'_0=0, (B3)$  a čte se vzdálenost  $d_0$  mezi fotony v čase  $t_0$   
 $d_0 = x_0 - x'_0 = \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} c dt a(t) = d^0 a_0 (B4)$  kde  $d^0$  je správná vzdálenost mezi fotony v čase  $t_0$   
 definovaná jako  $d^0 = \int_{t_0}^{t_0 + \Delta t} c dt = c \Delta t (B5)$  a předpokládali jsme v rov. B4, že faktor měřítka  
 $a(t)$  se během časového intervalu  $\Delta t$  příliš nemění. Jakmile druhý foton dosáhne přijímače,  
 dostaneme  $d_T = x_T - x'_T = \int_{t_0 + T}^{t_0 + T + \Delta t} c dt a(t) = \int_{t_0 + T}^{t_0 + T + \Delta t} c dt a(t) = d^T a_T (B6)$  kde  $a_T$  je faktor  
 měřítka v čase  $t_0 + T$  a  $d^T$  je správná vzdálenost mezi fotony v čase  $t_0 + T$   
 $d^T = \int_{t_0 + T}^{t_0 + T + \Delta t} c dt = c \Delta t. (B7)$  Porovnáním rovnic B5, B7 vidíme, že správná vzdálenost  
 mezi dvěma po sobě jdoucími fotony je konstantní a nezávislá na faktoru měřítka  $a(t)$ . V  
 důsledku toho se vlnová délka fotonů nemůže měnit s měřítkovým faktorem  $a(t)$  ve standardní  
 metrice FLRW. Dodatek C: Vzdálenost mezi dvěma fotony cestujícími podél paralelních  
 paprskových drah Předpokládejme dva fotony šířící se v prostoru popsaném standardní  
 metrikou FLRW, viz Rov. 4. Budeme uvažovat případ dvou fotonů emitovaných současně  
 dvěma různými zdroji a pohybujícími se podél dvou rovnoběžných paprsků. Fotony se  
 pohybují v prostoru podél osy  $x$  a potřebují čas  $T$ , aby dosáhly svých přijímačů. Rovnice  
 nulové geodetiky pro fotony,  $ds^2 = 0$ , dávají výtěžek  $c dt = a(t) dx, c dt = a(t) dx'. (C1)$  Počáteční  
 komovující souřadnice fotonů v počátečním čase  $t_0$  jsou brány jako  $x_0=0, y_0=d_0, z_0=0, (C2)$   
 $x'_0=0, y'_0=0, z'_0=0. (C3)$  Počáteční vzdálenost mezi dvěma fotony je tedy  $d_0$ . Po uplynutí času  
 $T$  dostaneme  $x_T = \int_{t_0}^{t_0 + T} a(t) dx, y_0=d_0, z_0=0, (C4)$   $x'_T = \int_{t_0}^{t_0 + T} a(t) dx', y'_0=0, z'_0=0, (C5)$  a  
 čtená vzdálenost  $d_T$  mezi fotony v čase  $t_0 + T$   $d_T = d_0. (C6)$  V důsledku toho jsou správné  
 vzdálenosti  $d^0$  a  $d^T$  mezi dvěma fotony v časech  $t_0$  a  $t_0 + T$  čtení  $d^0 = a_0 d_0, d^T = a_T d_T, (C7)$   
 což znamená, že správná vzdálenost mezi fotony se lineárně zvětšuje s rostoucím měřítkovým  
 faktorem  $a(t)$ . Klíčová slova: expanze vesmíru, temná energie, dilatace kosmického času,  
 supernovy typu Ia, raný vesmír Citace: Vavryčuk V (2022) Cosmological Redshift and  
 Cosmic Time Dilation in the FLRW Metric. Přední. Phys. 10:826188. doi:  
 10.3389/fphy.2022.826188 Přijato: 30. listopadu 2021; Přijato: 07. dubna 2022; Zveřejněno:  
 23. května 2022. Editoval: Pradyumn Kumar Sahoo, Birla Institute of Technology and  
 Science, Indie Zkontroloval: Michal Křížek, Česká akademie věd, Česká republika Ravi Kant  
 Mishra, Sant Longowal Institute of Engineering and Technology, Indie Copyright © 2022  
 Vavryčuk. Toto je článek s otevřeným přístupem distribuovaný za podmínek licence Creative  
 Commons Attribution License (CC BY). Použití, distribuce nebo reprodukce na jiných fórech  
 je povolena za předpokladu, že je uveden původní autor (autoři) a vlastník (vlastníci)  
 autorských práv a že původní publikace v tomto časopise je citována v souladu s uznávanou  
 akademickou praxí. Není povoleno žádné použití, distribuce nebo reprodukce, které nejsou v  
 souladu s těmito podmínkami. \*Korespondence: Václav Vavryčuk, vv@ig.cas.cz Prohlášení:  
 Všechna tvrzení vyjádřená v tomto článku jsou výhradně tvrzeními autorů a nemusí nutně  
 představovat tvrzení jejich přidružených organizací nebo tvrzení vydavatele, redaktorů a  
 recenzentů. Žádný produkt, který může být hodnocen v tomto článku nebo tvrzení, které může  
 jeho výrobce vznést, není zaručeno ani podporováno vydavatelem.