Universal Journal manuscript no. gpsapcc˙univerzal˙cz
31. března 2007

Zobecněné Planckovy škály a možné kosmologické důsledky

Č. Kodejška[1]

SŠAK
Hradecká 1151, 500 03 Hradec Kralové, Czech Republic
e-mail: cenek.kodejska@volny.cz

Received March 1, 2007; accepted March 16, 2007

Abstrakt

Aims. V této práci představujeme novou třídu základních fyzikálních konstant přírody, které jsou získány z jiných základních konstant, takových jako $\{h, c, G, \alpha\}$ a z nového zákona nazvaného zobecněné Planckovy škály(GPS).
Methods. Metoda výpoču je založena na linearizaci mocnin jednotek základních konstatnt čímž je získána soustava lineárních rovnic vedoucí k parametrickému řešení pro jednotlivé mocniny. K získání nových konstant přírody je pak definován exponenciální zákon.
Results. Tyto nové konstanty jsou v pozoruhodném souladu s charakteristikami našeho pozorovaného vesmíru (hmotnost, poloměr horizontu, věk vesmíru, hustota hmoty). V závěru jsou diskutovány možné kosmologické důsledky jako hodnota Hubbleovy konstanty, stáří vesmíru, nebo poměr mezi hustotou hmoty a hustotou temné energie, tzv. Λ- hustoty.

Key words. Planckovy škály – hustota temné energie – Hubblova konstanta – stáří vesmíru

1. Úvod

V roce 1870 G.J. Stoney, irský fyzik a první člověk který změřil hodnotu elementárního elektrického náboje e a zavedl ve fyzice pojem ”elektron”, vytvořil z konstant e, c, G univerzální jednotky o rozměru délky, času a hmotnosti: $l_S = e(G)^{1/2}/c^2$, $t_S = e(G)^{1/2}/c^3$, $m_S = e/(G)^{1/2}$. Vyjádření pro m_S je odvozeno z rovnosti Coulombovy a Newtonovy síly (Duff et al. 2002).

Když M. Planck objevil v roce 1899 h, zavedl jako univerzální jednotky přírody pro základní entity prostoru, času a hmoty délku $l_P = h/m_P c$, čas $t_P = h/m_P c^2$ a hmotnost $m_P = (hc/G)^{1/2}$.

Dvě století poté fenomén Planckových škál stále přitahuje fyziky celého světa. Zásadní otázka zní: mají tyto přirozené jednotky nějaký fyzikální význam? Výzkum v oblasti kvantové gravitace dává poslední dobou kladnou odpověď na tuto otázku: Planckovy jednotky představují fyzikální měřítko pro jevy z oblasti kvantové teorie gravitace a obdobných procesů. (Cooperstock & Faraoni 2003).

V následujícím ukážeme, že Planckovy škály, stejně jako Stoneyho škály, jsou pouze jedním z mnoha případů tzv. zobecněných Planckových škál (GPS). Diskutujeme také možné kosmologické důsledky jako je např. stáří vesmíru, Λ- hustota nebo poměr mezi Ω_L a Ω_M.

2. Zobecněné Planckovy škály - GPS

Pro odvození univerzálních konstant s rozměrem hmotnosti, délky a času jsme zvolili jiný přístup než např. (Duff 2004; Cooperstock 2003; Meschini 2006; Sidharth 2000, 2002). Nejprve jsme rozšířili počet základních konstant z $\{h, c, G\}$ na $\{h, c, G, e, \mu_0\}$ protože se domníváme, že elektrodynamika (zastoupená hodnotou elementárního náboje e a magnetickou permeabilitou vakua μ_0) by měla být zahrnuta do našich úvah stejně jako kvantum akce h, c jako přítomnost relativistických jevů a Newtonova gravitační konstanta G jako všudy přítomná gravitace. Hodnoty všech těchto konstatnt byly převzaty z publikace (Mohr & Taylor 2005). Ukážeme, že takové jednotky délky, času a hmotnosti jako jsou např. Planckovy, Stoneyho, Schrodingerovy nebo Dirackovy jsou pouze speciálním případem zobecněného zákona nazvaného GPS.

Pokud vezme v úvahu, že množina základních konstant $\{h, c, G, e, \mu_0\}$ má rozměry (v jednotkách SI):

$[h] = \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-1}$,
$[c] = \text{ m s}^{-1}$,
$[G] = \text{ kg}^{-1} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}$,
$[e] = \text{ s A}$,
$[\mu_0] = \text{ kg m s}^{-2} \text{ A}^{-2}$,

můžeme linearizovat mocninu těchto jednotek a následně napsat soustavu lineárních rovnic v maticovém tvaru:

Send offprint requests to: Č. Kodejška

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 0 & 1 \\ -1 & -1 & -2 & 1 & -2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a_1 & a_1 & a_1 & a_1 \\ a_2 & a_2 & a_2 & a_2 \\ a_3 & a_3 & a_3 & a_3 \\ a_4 & a_4 & a_4 & a_4 \\ a_5 & a_5 & a_5 & a_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

nebo jednoduše

$$\boldsymbol{C} \cdot \boldsymbol{A} = \boldsymbol{E}\,, \tag{1}$$

kde $\boldsymbol{C}$ je matice vytvořená z mocnin jednotek základních konstant(první sloupec je h, druhý c, třetí G, atd.), $\boldsymbol{A}$ je matice sestávající z nějakých reálných koeficientů $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ a $\boldsymbol{E}$ je jednotková matice.

Řešením rovnic (1) můžeme nalézt pro hmotnost M (první sloupec $\boldsymbol{E}_4$), délku L (druhý sloupec $\boldsymbol{E}_4$), čas T (třetí sloupec $\boldsymbol{E}_4$) a el.proud I (čtvrtý sloupec $\boldsymbol{E}_4$) následující parametrická řešení:

pro M:

$$\left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & -2 & 1 & -2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 0 \end{array}\right) \approx \left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 5 & 0 & -1 & -2 \\ 0 & -1 & -3 & 1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 0 \end{array}\right) \approx \left(\begin{array}{ccccc|c} 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 5 & 0 & -1 & -2 \\ 0 & 0 & 2 & 1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 0 \end{array}\right)$$

což znamená, že máme obecné parametrické řešení pro množinu reálných parametrů $\{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ ve tvaru

$$\left[\frac{1}{2} - a_5; \frac{1}{2} + a_5; -\frac{1}{2}; 2a_5; a_5\right],$$

a tedy obecně pro hmostnost dostáváme (pro jednoduchost nahradíme a_5 pomocí κ)

$$m(\kappa) = h^{\frac{1}{2}-\kappa} c^{\frac{1}{2}+\kappa} G^{-\frac{1}{2}} e^{2\kappa} \mu_0^{\kappa}\,. \tag{2}$$

Obdobně pro délku L máme:

$$\left[\frac{1}{2} - a_5; a_5 - \frac{3}{2}; \frac{1}{2}; 2a_5; a_5\right],$$

$$l(\kappa) = h^{\frac{1}{2}-\kappa} c^{\kappa-\frac{3}{2}} G^{\frac{1}{2}} e^{2\kappa} \mu_0^{\kappa}\,, \tag{3}$$

pro čas T:

$$\left[\frac{1}{2} - a_5; a_5 - \frac{5}{2}; \frac{1}{2}; 2a_5; a_5\right],$$

$$t(\kappa) = h^{\frac{1}{2}-\kappa} c^{\kappa-\frac{5}{2}} G^{\frac{1}{2}} e^{2\kappa} \mu_0^{\kappa}\,, \tag{4}$$

a konečně pro el. proud I:

$$\left[-\frac{1}{2} - a_5; a_5 + \frac{5}{2}; -\frac{1}{2}; 2a_5 + 1; a_5\right],$$

$$I(\kappa) = h^{-\frac{1}{2}-\kappa} c^{\kappa+\frac{5}{2}} G^{-\frac{1}{2}} e^{2\kappa+1} \mu_0^{\kappa}\,. \tag{5}$$

Rovnice (1) - (5) ještě upravíme do přehlednějšího tvaru:

$$m(\kappa) = \sqrt{\frac{hc}{G}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = m_{\mathrm{P}} \cdot (2\alpha)^{\kappa}\,, \tag{6}$$

$$l(\kappa) = \sqrt{\frac{hG}{c^3}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = l_{\mathrm{P}} \cdot (2\alpha)^{\kappa}\,, \tag{7}$$

$$t(\kappa) = \sqrt{\frac{hG}{c^5}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = t_{\mathrm{P}} \cdot (2\alpha)^{\kappa}\,, \tag{8}$$

$$I(\kappa) = \sqrt{\frac{c^5}{Gh}} e \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = I_{\mathrm{P}} \cdot (2\alpha)^{\kappa}, \tag{9}$$

nebo v logaritmické podobě:

$$\ln\left(\frac{m(\kappa)}{m_{\mathrm{P}}}\right) = \kappa \cdot \ln(2\alpha), \tag{10}$$

$$\ln\left(\frac{l(\kappa)}{l_{\mathrm{P}}}\right) = \kappa \cdot \ln(2\alpha), \tag{11}$$

$$\ln\left(\frac{t(\kappa)}{t_{\mathrm{P}}}\right) = \kappa \cdot \ln(2\alpha), \tag{12}$$

$$\ln\left(\frac{I(\kappa)}{I_{\mathrm{P}}}\right) = \kappa \cdot \ln(2\alpha), \tag{13}$$

kde m_{P}, l_{P}, t_{P}, I_{P} jsou Planckova hmotnost, Planckova délka, Planckův čas a Planckův el.proud, α je konstanta jemné struktury a κ je tzv. *kvantový koeficient* (tento název byl zvolen z toho důvodu, že tento koeficient může hrát velice významnou úlohu v kvark-leptonovém modelu).

V násedujícím budeme brát v úvahu pouze vztahy pro $m(\kappa)$, $l(\kappa)$ and $t(\kappa)$. Jak můžeme vidět, v případě že $\kappa = 0$ dostáváme obvyklé Planckovy škály s neredukovanou hodnotou h (a nezávislé na e),

$$\begin{aligned} m(0) &= \sqrt{\frac{hc}{G}} = m_{\mathrm{P}} = 5.455552 \times 10^{-8}\ \mathrm{kg}, \\ l(0) &= \sqrt{\frac{hG}{c^3}} = l_{\mathrm{P}} = 4.051319 \times 10^{-35}\ \mathrm{m}, \\ t(0) &= \sqrt{\frac{hG}{c^5}} = t_{\mathrm{P}} = 1.351375 \times 10^{-43}\ \mathrm{s}, \end{aligned} \tag{14}$$

a pro $\kappa = \frac{1}{2}$ Stoneyho škály (nezávislé na h)

$$\begin{aligned} m(1/2) &= \sqrt{\frac{hc}{G}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{1/2} = \sqrt{\frac{\mu_0}{G}} ce = m_{\mathrm{S}}, \\ l(1/2) &= \sqrt{\frac{hG}{c^3}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{1/2} = \sqrt{\mu_0 G} \frac{e}{c} = l_{\mathrm{S}}, \\ t(1/2) &= \sqrt{\frac{hG}{c^5}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{1/2} = \sqrt{\mu_0 G} \frac{e}{c^2} = t_{\mathrm{S}}. \end{aligned} \tag{15}$$

Protože ostatní jednotky (Schrodingerovy, Hartree-Bohrovy, Dirackovy nebo QED-Stilleho) mohou být odvozeny z Planckových and Stoneyho jednotek pomocí určité substituce (Duff 2004), můžeme pojmenovat škály popsané rovnicemi (6) - (9) jako *hlavní škály* a ostatní jako *odvozené*.

Poznamenejme, že Stoneyho hmotnost, délka a čas v rovnicích (15) se liší od jednotek definovaných Stoneym (Duff 2004; Duff et al. 2002) konstantou $(1/4\pi)^{1/2}$ kvůli tomu, že vyjádření pro m_{S} ve Stoneyho práci bylo odvozeno z rovnosti Coulombovy a Newtonovy síly. Tento nesoulad může být zkorigován použitím $\hbar$ namísto h, což vede k analogickému výsledku:

$$m(\kappa) = \sqrt{\frac{\hbar c}{G}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = m_{\mathrm{P_{red}}} \cdot (\alpha)^{\kappa}, \tag{16}$$

$$l(\kappa) = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^3}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = l_{\mathrm{P_{red}}} \cdot (\alpha)^{\kappa}, \tag{17}$$

$$t(\kappa) = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} \left(\frac{\mu_0 c e^2}{h}\right)^{\kappa} = t_{\mathrm{P_{red}}} \cdot (\alpha)^{\kappa}. \tag{18}$$

3. Fyzikální význam GPS

Jak můžeme vidět ze vztahů (6) - (8) nebo (16) - (18), tyto rovnice mohou být interpretovány jako mocninný zákon pro hmotnost, délku a čas (zahrnující libovolný objekt počínaje elementárními částicemi až po celý vesmír), přičemž tyto veličiny jsou vytvořeny pouze ze základních konstant přírody jako $\{h, c, G, e, \mu_0, \alpha\}$ a určitého reálného čísla κ nazvaného *kvantový koeficient*.

Relativně úzká oblast pro hodnotu κ může být odhadnuta jako interval $\langle -33; 33 \rangle$ kde (-33) odpovídá celému vesmíru (hmostnost a stejně tak i poloměr nebo jeho stáří) a pravá strana intervalu, (33), je spodní hranice pro hmotnosti elementárních částic, kupříkladu.

Některé hodnoty kvantového koeficientu κ je uvedeny v Tabulce.1.

Domníváme se, že hlavní význam GPS je ve spojení světa elementárních částic s makroskopickými objekty včetně našeho vesmíru skrze velmi úzký interval pro kvantový koeficient. Takové spojení bylo až doposud nemyslitelné a nerealizovatelné.

Tabulka 1. Hodnota kvantového koeficientu κ ve vztahu k přibližné hmotnosti tělesa

κ	hmotnost (kg)	těleso
-33	10^{53}	vesmír
-25	10^{40}	masivní černé díry
-20	10^{30}	Slunce
-20 až -15	10^{25}	planety Sluneční soustavy
-5	10^{2}	people
10 až 15	10^{-30}	elementarní částice

4. Nové univerzální konstanty přírody a možné kosmologické důsledky

Jaké jsou základní konstanty přírody? Máme fyzikální konstanty jako $\{h, c, G, \}$ nebo $\{h, c, G, e, \mu_0, \alpha\}$. Nicméně existují i jiné fundamentalní konstanty jako je $\pi = 3.1415926$, e $= 2.71828$ nebo $\varphi = 1.6180339$ (zlatý řez) které jsou základními matematickými konstantami. Tyto konstanty jsou přítomny v mnoha fyzikálních zákonech nebo v přírodě samotné(Livio 2002).

Definujme nyní množinu nových univerzálních konstant, které jsou vztaženy k GPS a jejichž velikost může mít zajímavé kosmologické důsledky. Nejprve ale vytvořme ještě nové škály pro $\kappa = -1/2$:

$$m(-1/2) = \sqrt{\frac{hc}{G}}\left(\frac{\mu_0 ce^2}{h}\right)^{-1/2} = \sqrt{\frac{1}{\mu_0 G}\frac{h}{e}} = m_{\rm K} = 4.515866\times 10^{-7}\ \mathrm{kg}\,, \tag{19}$$

$$l(-1/2) = \sqrt{\frac{hG}{c^3}}\left(\frac{\mu_0 ce^2}{h}\right)^{-1/2} = \sqrt{\frac{G}{\mu_0}\frac{h}{ec^2}} = l_{\rm K} = 3.353504\times 10^{-34}\ \mathrm{m}\,, \tag{20}$$

$$t(-1/2) = \sqrt{\frac{hG}{c^5}}\left(\frac{\mu_0 ce^2}{h}\right)^{-1/2} = \sqrt{\frac{G}{\mu_0}\frac{h}{ec^3}} = t_{\rm K} = 1.118609\times 10^{-42}\ \mathrm{s}\,, \tag{21}$$

$$\rho(-1/2) = \frac{m_{\rm K}}{l_{\rm K}^3} = \frac{\mu_0 ce^2}{h}\frac{c^5}{G^2 h} = 2\alpha\rho_{\rm P} = \rho_{\rm K} = 1.197415\times 10^{94}\ \mathrm{kg\ m^{-3}}\,. \tag{22}$$

Nyní definujme nové univerzální konstanty jako:

$$M_{\rm K} = m_{\rm K}\cdot exp[\alpha^{-1}] = 1.474753\times 10^{53}\ \mathrm{kg}\,, \tag{23}$$

$$L_{\rm K} = l_{\rm K}\cdot exp[\alpha^{-1}] = 1.095159\times 10^{26}\ \mathrm{m}\,, \tag{24}$$

$$T_{\rm K} = t_{\rm K}\cdot exp[\alpha^{-1}] = 3.653058\times 10^{17}\ \mathrm{s} = 11.58\ \mathrm{Gyr}\,, \tag{25}$$

$$P_{\rm K} = \frac{M_{\rm K}}{L_{\rm K}^3} = \rho_{\rm K}\cdot exp[-2\alpha^{-1}] = 1.122762\times 10^{-25}\ \mathrm{kg\ m^{-3}}\,, \tag{26}$$

kde α je konstanta jemné struktury a $m_{\rm K}$, $l_{\rm K}$, $t_{\rm K}$, $\rho_{\rm K}$ jsou specifikovány rovnicemi (19) až (22). Z důvodu možné záměny e $= 2.71828$ a e (elementární el. náboj) budeme exponenciální funkci e^x psát jako $exp[x]$.

Hodnoty těchto konstant, $M_{\rm K}$, $L_{\rm K}$, $T_{\rm K}$, $P_{\rm K}$, jsou v obdivuhodné shodě s charakteristickými vlastnostmi našeho pozorovatelného vesmíru. Nyní podrobme tyto získané hodnoty kritickému srovnání s pracemi (Peebles et al. 2000; Narlicar 1993; Gurzadyan & Xue 2003, 2006) a se současnými hodnotami získanými pozorováním, jako je např. současná hodnota kosmologické konstanty, Hubbleova parametru nebo kritické hustoty.

4.1. Hubbleova konstanta a stáří vesmíru

Nejprve se zaměříme na konstantu $T_{\rm K}$. Uvažme "Sandage Consistency Test" (Turner 2001) kde $H_0 t_0 = 0.94 \pm 0.14 \approx 1$ ($H_0 t_0 = 2/3$ je neslučitelná s dnešními daty). Jestliže hodnotu $T_{\rm K}$ z rovnice (25) vezmeme jako stáří vesmíru, dostaneme

$$H_0 = 1/T_{\rm K} = 84.47\ \mathrm{km\ s^{-1}\ Mpc^{-1}}\,. \tag{27}$$

Poznamenejme, že tato hodnota není získána pozorováním, ale je vypočítána pouze ze základních konstant přírody! Výsledek je v dokonalé shodě s měřeními Hubbleovy konstanty získanými z proměnných Cepheid v kupě Virgo které dávají hodnotu $H_0 = 87\pm 7$ km s^{-1} Mpc^{-1} (Pierce 1994), $H_0 = 80\pm 17$ km s^{-1} Mpc^{-1} (Friedman 1994) nebo $H_0 = 84\pm 8$ km s^{-1} Mpc^{-1} (Tully 1998). Tato pozorování nesouhlasí s jinými měřeními získanými pomocí HST, které poskytují hodnotu $H_0 = 58 \pm 4$ km s^{-1} Mpc^{-1} (Sandage et al. 1996), nebo s nedávno uvedenou hdonotou $H_0 = 62.3 \pm 1.3$ km s^{-1} Mpc^{-1} (Tammann 2006; Sandage et al. 2006).

Pro snížení hodnoty z rovnice (27) můžeme použít metodu zmíněnou např. v (Peebles 2000; Narlicar 1993; Wu 1995) nebo v (Mohayaee et al. 2004). Přijali jsme postup navržený Peeblesem and Tullym (2000) a názorně uvedený v publikaci (Narlicar 1993).

Představme si lokální koncentraci hmoty M vložené do Hubbleova proudění. Ve vzdálenosti R od hmoty, radiální složka rychlosti V může být dána jako

$$V = -\left(\frac{2GM}{R}\right)^{1/2} + HR \equiv H_{eff}R\,. \tag{28}$$

První člen je vnitřní rychlost odpovídající nulové hodnotě v nekonečnu, zatímco druhý člen je Hubbleův tok s Hubbleovým parametrem H. Rovnici (28) můžeme přepsat jako

$$H_{eff} = H_{local} = H - \left(\frac{2GM}{R^3}\right)^{1/2} , \tag{29}$$

kde efektivní (nebo lokální) Hubbleova konstanta je v blízkosti koncentrace hmoty menší než skutečná Hubbleova konstanta H. S rostoucí vzdáleností od M, se lokální hodnota efektivního Hubbleova parametru blíží skutečné hodnotě.

Tully odahuje, že lokální anomálie může být způsobena hmotností řádově $10^{14} - 10^{15} M_{\odot}$ v kupě Virgo. Jestliže jako střední hodnotu pro hmotnost vezmeme hodnotu $M = 5 \times 10^{14} M_{\odot}$ a střední vzdálenost jako $R = 20$Mpc (Sandage & Tammann 2006), dostaneme

$$H_{eff} = 61.26 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1} = 15.96 \text{ Gyr} . \tag{30}$$

Tato vypočtená efektivní hodnota Hubbleovy konstanty je překvapivě blízká dnešní pozorované hodnotě (H_0 = 62.3 km s^{-1} Mpc^{-1}) zmíněné výše.

Obdobný výsledek můžeme obdržet za pomoci úvahy, že lokální Hubbleova konstanta je of 1.33 krát větší než globální pro současnou hodnotu parametru hustoty hmoty $\Omega_{\mathrm{M}} = 0.2$ (Wu 1995). Naše H_{eff} pak vede na

$$H_{eff} = 63.52 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1} = 15.4 \text{ Gyr} , \tag{31}$$

což zachovává hodnotu $H_0 = 62.3 \pm 1.3$ km s^{-1} Mpc^{-1}.

Druhý test naší teorie nových univerzálních konstant pochází z nedávno publikovaných úvah o Hubbleově proudění kolem komplexu galaxií Cen A/M 83 (Karachentsev et al. 2006).

V práci (Karachentsev et al. 2006) HST/ACS jsou prezentovány obrázky, diagramy pro 24 blizkých galaxií v a v blízkosti souhvězdí Centaurus a dále je zde uveden odhad hmotnosti celého komplexu Cen A/M 83. Hmotnost byla odvozena pro plochý kosmologický model s nenulovým Λ- členem jako

$$M_{\mathrm{T}} = \frac{\pi^2}{8G} \cdot R_0^3 \cdot T_0^{-2} \cdot f(\Omega_{\mathrm{M}})^{-2} , \tag{32}$$

kde

$$f(\Omega_{\mathrm{M}}) = \frac{1}{1 - \Omega_{\mathrm{M}}} - \frac{1}{2}\Omega_{\mathrm{M}} \cdot (1 - \Omega_{\mathrm{M}})^{-3/2} \cdot arccosh\,[(2/\Omega_{\mathrm{M}}) - 1] , \tag{33}$$

M_{T} je celková hmotnost skupiny galaxií, R_0 je hraniční poloměr a T_0 stáří vesmíru (Karachentsev et al. 2006).

Jestliže upravíme rovnici (32), můžeme psát

$$\frac{8G}{\pi^2}\frac{M_{\mathrm{T}}}{R_0^3}T_0^2 = f(\Omega_{\mathrm{M}})^{-2} , \tag{34}$$

kde druhý člen na levé straně rovnice představuje průměrnou hustotu hmoty komplexu Cen A/M 83. Za předpokladu, že průměrná hustota hmoty je v celém vesmíru přibližně stejná, můžeme použít novou univerzální kosntantu P_{K} z rovnice (26) k získání stáří vesmíru. Máme tedy

$$T_0 = \sqrt{\frac{\pi^2}{8G}\frac{1}{P_{\mathrm{K}}}\frac{1}{f(\Omega_{\mathrm{M}})^2}} . \tag{35}$$

Pro $\Omega_{\mathrm{M}} = 0.3$, máme $f(0.3) = 0.808$ a pro $P_{\mathrm{K}} = 1.122762 \times 10^{-25}$ kg m^{-3} dostáváme hodnoty

$$\begin{aligned} T_0 &= 5.0155215 \times 10^{17} \text{ s} = 15.9 \text{ Gyr} \\ H_0 &= 1/T_0 = 61.52 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1} . \end{aligned} \tag{36}$$

Jak můžeme vidět, překvapivě jsme obdrželi prakticky stejný výsledek jako v případech získaných jinými způsoby zmíněnými výše.

Z důvodu plynoucích z výsledků uvedených v následující kapitole, zmíníme ještě výsledek pro $\Omega_{\mathrm{M}} = 0.39$, tedy konkrétně:

$$\begin{aligned} T_0 &= 5.1922341 \times 10^{17} \text{ s} = 16.46 \text{ Gyr} \\ H_0 &= 1/T_0 = 59.42 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1} . \end{aligned} \tag{37}$$

4.2. Kosmologická konstanta a Λ-hustota ρ_Λ

Hodnota kosmologické konstanty Λ, odvozené z fluktuací vakua, byla nedávno diskutována Gurzadyanem a Xuem (2003, 2006), Djorgovskim a Gurzadyanem (2006) nebo Padmanabhanem (2006). Jak bylo ukázáno v (Gurzadyan & Xue 2003), pro hustotu temné energie lze odvodit vztah

$$\Lambda_\rho = \frac{1}{2}\frac{\hbar c\pi}{a^4} N_{\max}\,(N_{max}+1) = \frac{\hbar c\pi}{2a^2 l_{\rm P}^2}\,, \tag{38}$$

kde $N_{\max} = a/l_{\rm P}$ je maximální počet relevantních módů vakuových fluktuací, $l_{\rm P}$ je Planckova délka a současná charakteristická velikost vesmíru $a \approx 10^{26}$ m. Tento výsledek můžeme vyjádřit jako efektivní hustutu hmoty (Gurzadyan & Xue 2006)

$$\rho_\Lambda = \frac{\Lambda_\rho}{c^2} = \frac{\hbar\pi}{2c}\frac{1}{a^2 l_{\rm P}^2}\ \text{kg m}^{-3}\,. \tag{39}$$

Jestliže v předchozím vztahu nahradíme hodnotou $L_{\rm K}$ z rovnice (24) proměnnou a, dostaneme

$$\rho_\Lambda = \frac{\Lambda_\rho}{c^2} = \frac{\hbar\pi}{2c}\frac{1}{L_{\rm K}^2 l_{\rm P}^2} = 1.7640893\times10^{-25}\text{kg m}^{-3}\,. \tag{40}$$

Srovnejme nyní tuto hodnotu s hodnotou $P_{\rm K}$ vypočtenou v rovnici (26). Pokud interpretujeme $P_{\rm K}$ jako současnou hustotu hmoty našeho vesmíru, potom poměr $\rho_\Lambda/P_{\rm K} = 1.57$ což vede na (za předpokladu že $\Omega_\Lambda + \Omega_{\rm M} = 1$)

$$\frac{\Omega_\Lambda}{\Omega_{\rm M}} = \frac{0.61}{0.39}\,. \tag{41}$$

Tento výsledek je v souladu z pozorovanými daty stejně tak jako s teoretikými hranicemi plynoucími z rozličných teorií, např. (Carroll 2000), kde lze nalézt hrnici pro $\Omega_{\rm M}$ v rozmezí $0.1 < \Omega_{\rm M} < 0.4$ a $\Omega_\Lambda < 0.7$ jako horní hranici v případě plochého vesmíru.

Připomeňme opět, že hodnoty pro $\Omega_\Lambda = 0.61$ a $\Omega_{\rm M} = 0.39$ byly získány výpočtem čistě ze základních konstatnt přírody.

Závěrem poznamenejme, že v případě definice veličin M, L, T uvedených v rovnicích (23) až (25) za pomocí $m_{\rm P}$, $l_{\rm P}$ a $t_{\rm P}$ namísto $m_{\rm K}$, $l_{\rm K}$ a $t_{\rm K}$, jsou hodnoty H_0 a stejně tak $\rho_\Lambda/\rho_{\rm M}$ mimo oblast současných pozorovaných dat.

5. Závěr

Definovali jsme dvě nové množiny základních konstant $\{m_{\rm K}, l_{\rm K}, t_{\rm K}, \rho_{\rm K}\}$ a $\{M_{\rm K}, L_{\rm K}, T_{\rm K}, P_{\rm K}\}$, kde první plynou ze zákona zobecněných Planckových škál které umožňují vytvořit pomocí *kvantového koeficientu* z intervalu $\langle -33; 33\rangle$ např. libovolnou hmotnost v rozmezí od elementárních částic až po celý vesmír. Druhá množina poskytuje hodnoty srovnatelné se současnými charakteristikami vesmíru a vede k poměru mezi parametrem hustoty hmoty $\Omega_{\rm M}$ a parametrem Λ-hustoty Ω_Λ s velmi dobrým výsledkem $\Omega_\Lambda = 0.61$ and $\Omega_{\rm M} = 0.39$ získamým čistě na základě výpočtu ze základních konstant $\left\{h, c, G, \alpha, exp[\alpha^{-1}]\right\}$.

Mnoha různými způsoby (založenými pouze na základních konstantách) jsme obdrželi pro Hubbleovu konstantu hodnotu $H_0 = 61.43 \pm 1.68$ km s^{-1} Mpc^{-1} a věk vesmíru je pak určen jako $T_0 = 1/H_0 = 15.93 \pm 0.43$ Gyr.

Závěrem můžeme shrnout, že všechny hodnoty, získané z výpočtů pouze za použití množiny základních kosntant přírody $\{h, c, G, \alpha\}$, jsou ve vynikající shodě s pozorovanými daty a stejně tak i s ostatními teoretickými předpověďmi.

Reference

Carroll, S. M. 2000, The Cosmological Constant, astro-ph/0004075
Cooperstock, F. I. 2003, Extended Planck Scale, hep-th/0302080
Cooperstock, F. I., & Faraoni, V. 2003, The New Planck Scale: Quantized Spin and Charge Coupled to Gravity, gr-qc/0305092
Djorgovski, S. G., & Gurzadyan, V. G. 2006, Dark Energy from Vacuum Fluctuations, astro-ph/0610204
Duff, M. J. 2004, Comment on time-variation of fundamental constants, hep-th/0208093
Duff, M. J., Okun, L. B., Veneziano, G. 2002, Trialogue on the number of fundamental constants, physics/0110060
Friedman, W. L., et al. 1994, Nature 371, 757
Gurzadyan, V. G., & Xue, She-Sheng 2003, On the estimation of the current value of the cosmological constant, astro-ph/0105245
Gurzadyan, V. G., & Xue, She-Sheng 2006, On the vacuum fluctuations and the cosmological constant: Comment on the paper by T.Padmanabhan, astro-ph/0510459
Karachentsev, I. D., & Tully, R. B., et al. 2006, The Hubble flow around the Cen A/M 83 galaxy complex, astro-ph/0603091
Livio, M. 2002, The Golden Ratio, Broadway Books, New York
Meschini, D. 2006, Planck-scale physics, gr-qc/0601097
Mohayaee, R., Tully, R. B., & Frisch, U. 2004, Reconstruction of large-scale peculiar velocity fields, astro-ph/0410063
Mohr, P. J., & Taylor, B. N. 2005, CODATA - values of the fundamental constants, Rev. Mod. Phys., Vol. 77, No.1
Narlicar, J. V. 1993, Introduction to cosmology, Cambridge University Press 1993, p. 303
Padmanabhan, T. 2006, Dark Energy: Mystery of the Millennium, astro-ph/0603114
Peebles, P. J. E., Phelps, S. D., Shaya, E. J. & Tully, R. B., 2000, Radial and transverse velocities of nearby galaxies, astro-ph/0010480
Pierce, M. J. et al. 1994, Nature, 371, 385
Pisano, F., & Reis, N. O. 2001, Natural units, numbers and numerical clusters, hep-ph/0112097
Sandage, A., Saha, A., et al. 1996, Cepheid Calibration of the Peak Brightness of type Ia Supernovae, ApJ 460, L15-L18
Sandage, A., Saha, A., et al. 2006, The Hubble Constant: A Summary of the HST Program for the Luminosity Calibration of Type Ia Supernovae by means of Cepheids, astro-ph/0603647

Sandage, A., Tammann, G. A. 2006, The Distance to the Virgo Cluster from a Recalibrated Tully-Fisher Relation, astro-ph/0608677
Sidharth, B. G. 2000, The Emergence of the Planck Scale, physics/0002035
Sidharth, B. G. 2002, Planck Scale Phenomena, physics/0208045
Tammann, G. A. 2006, The Ups and Downs of the Hubble Constant, Modern Astronomy 19
Tully, R. B. 1998, The cosmological parameters H_0 and Ω_0, astro-ph/9802026
Turner, M. S. 2001, Time at the Beginning, astro-ph/0106262
Wu, Xian-Ping et al. 1995, On the measurement of the Hubble constant in a local low-density universe, ApJ, 448