

Konformný čas  $\eta$  sa definuje ako

$$\eta_{(2)} - \eta_{(1)} = \int_{(1)}^{(2)} \frac{dt}{a(t)},$$

rovnako ako comoving vzdialenosť  $\chi$  prejdená svetelnými lúčmi,

$$\chi_{(2)} - \chi_{(1)} = \int_{(1)}^{(2)} \frac{dt}{a(t)}.$$

(Fyzikálna vzdialenosť sa počíta ako  $r_{\text{fyz.}} = a(t)\chi$ .) Konformný čas je teda časom meraným comoving vzdialenosťou prejdenou svetlom. Vďaka tomu je potom časť Robertsonovej–Walkerovej metriky v smere svetelného lúča konformne Minkowského metriku,

$$\text{Robertson-Walker} \longrightarrow ds^2 = a(t)^2 \underbrace{(-d\eta^2 + d\chi^2)}_{\text{Minkowski}} + \text{zvyšok} \implies \text{pre svetelné lúče } d\chi = \pm d\eta.$$

**Pr. 1 Rozpínanie v konformnom čase I:** Úlohou je prepísať škálovací parameter ako funkciu času  $a(t)$  cez konformný čas, teda nájsť funkciu  $a(\eta)$  pre riešenia z predchádzajúcej sady (viď tabuľka s výsledkami):

1. Pre  $k = 0$  a  $w = 0$ .
2. Pre  $k = 0$  a  $w = 1/3$ .
3. Taktiež načrtnúť nájsené funkcie  $a(\eta)$ .

Výsledky: 1.  $a = \frac{1}{4}C\eta^2$ , 2.  $a = \sqrt{C}\eta$

**Pr. 2 Rozpínanie v konformnom čase II:** Úlohou je prepísať škálovací parameter ako funkciu času  $a(t)$  cez konformný čas, teda nájsť funkciu  $a(\eta)$  pre riešenia z predchádzajúcej sady (viď tabuľka s výsledkami):

1. Pre  $k = 0$  a  $w = -1$ .
2. Pre štyri prípady  $k = \pm 1$  a  $w = 0$  aj  $w = 1/3$ .
3. Taktiež načrtnúť nájsené funkcie  $a(\eta)$  (pre bod 1. využiť  $a(\eta) \geq 0$ ).

Výsledky: 1.  $a = \left(\frac{1}{a_*} - \sqrt{C}(\eta - \eta_*)\right)^{-1}$ , 2.  $\eta = \lambda$

**Pr. 3 Plocha posledného rozptylu:** Uvažujme plochý vesmír s látkou (Rozumne aproximuje náš vesmír od nejakého času pred rekombináciou vodíka - desaťtisíce rokov - po čas s vekom vesmíru v miliardách rokov.), pre ktorý  $a(t) \propto t^{2/3}$ . Červený posun  $z$  z svetla vyslaného v čase  $t_*$  a pozorovaného v čase  $t_0$  sa počíta ako  $1 + z = \frac{a(t_0)}{a(t_*)}$ . Úlohou je:

1. Vypočítať fyzikálnu veľkosť pozorovateľného vesmíru (vzdialenosť hypotetického svetla z big bangu) v násobkoch veku vesmíru  $t_0$ .
2. Vypočítať fyzikálnu vzdialenosť objektu s červeným posunom  $z$  v násobkoch veličiny vypočítanej v predchádzajúcom bode.
3. Vyčíslieť vzdialenosť plochy posledného rozptylu fotón po rekombinácii vodíka s červeným posunom  $z = 1100$  v násobkoch polomeru pozorovateľného vesmíru.
4. Vyčíslieť, koľkokrát je plocha posledného rozptylu ďalej ako kvazar s červeným posunom  $z = 6,4$ .

Výsledky: 1.  $3t_0$ , 2.  $\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1+z}}\right) 3t_0$ , 3.  $\approx 0,97$ , 4.  $\approx 1,53$