

۱- در زمان $z=1$ عامل معیاس عالم $\frac{1}{1+z} = \frac{1}{2}$ مقدار معنی بوده است چون ناس عالم است

$$a = a_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{1/2} \quad \text{و بنابراین عمر عالم ۴ عمر معنی است بوده} \quad \Rightarrow \quad \frac{a}{a_0} = \frac{1}{2} = \left(\frac{t}{t_0} \right)^{1/2} \Rightarrow \underline{t = \frac{1}{4} t_0}$$

۲- بعد از این رابطه t_0 زمان میان دو اندازه گیری متوالی استقال به طرح می باشد. اندازه گیری z نیازی به استفاده از منبع استا ندارد زیرا اصطلاح کجی میزان استقال به طرح مشخص می شود (البته از آنرو که عرضی صرف نظری کنیم). تغییرات z ، یعنی z_0 ، هم بدون نیاز به منبع استا ندارد درستی البته نیاز به کافی استا اندازه گیری کمی مختلف برای استا به مختلف نموداری برای H در z رسم کنیم. اگر از استا z (کاهش زمان) H کاهش باید این طاعت کند بوده است (البته فرض کرده ایم) که از استا عالم - مقدار H - با خط هستیم ولی نه از استا طاعت نموده. (اندازه گیری H مستقیم استفاده از منبع استا ندارد)

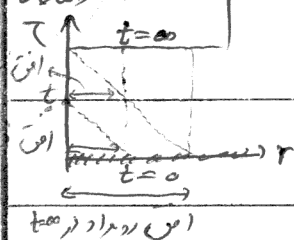
۳- برای داسن افق رویداد باید عبارت $\Delta T = \int_{t_0}^{t_{\max}} \frac{dt}{a(t)}$ می نهایت شود مثلا اگر $a \propto e^{Ht}$ $t_{\max} \rightarrow \infty$

(H ثابت است) این استاق می افتد پس کافی است برای t ای بزرگ a به صورت

کافی زیاد کند. برای داسن افق زده باید عبارت $\Delta T = \int_{t_{\min}}^{t_0} \frac{dt}{a(t)}$ می نهایت شود مثلا

اگر $a \propto t^{1/2}$ این استاق می افتد پس کافی است برای t ای نزدیک به صفر a متناسب با

$t^{1/2}$ باشد که غرض از حسن آسبی به صورت بود است



۴- الف) از تعریف $\epsilon = \frac{1}{2} \left(\frac{v'}{v_0} \right)^2$ داریم:

$$\epsilon = \frac{1}{2} \left(\frac{n \lambda \phi^{n-1}}{\lambda \phi^n} \right)^2 = \frac{n^2}{2 \phi^2} \quad \epsilon=1 \Rightarrow \boxed{\phi_e = \frac{n}{\sqrt{2}} M_p}$$

ف) تعداد e^- ها را بر حسب ϕ می یابیم:

$$N = \int dN = \int H dt = \int \frac{H}{\dot{\phi}} d\phi \approx \int \frac{H}{-V'/3H} d\phi \approx \int \frac{V}{-V'} d\phi$$

که از ترتیب عکس آهسته ($3H^2 = \rho \approx V$, $3H\dot{\phi} + V' = 0$) استفاده می شود.

بنابراین

$$N = \int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{\lambda \phi^n}{-n\lambda \phi^{n-1}} d\phi = \int_{\phi_1}^{\phi_2} \frac{-\phi}{n} d\phi = \frac{1}{2n} (\phi_1^2 - \phi_2^2)$$

در زمان t_0 حاصل از تقسیم داریم:

$$N = \frac{1}{2n} (\phi_*^2 - \phi_e^2) \Rightarrow \phi_* = \sqrt{2nN + \phi_e^2} = \sqrt{2nN + \frac{\pi^2}{2} M_p^2}$$

اگر $n \gg N = 60$ می توانیم به ترتیب نزدیک $\phi_* \approx \sqrt{2nN}$

ج) چون $3H^2 \approx V$ (در ترتیب عکس آهسته) و از ترتیب اولی داریم $\epsilon = \frac{n^2}{2\phi^2}$

$$A_s = \frac{H^2}{8\pi\epsilon} = \frac{V/3}{8\pi \cdot \frac{n^2}{2\phi^2}} = \frac{\lambda \phi^{n+2}}{12\pi n^2}$$

مقدار A_s باید در ϕ_* برابر شود. بنابراین:

$$\lambda = \frac{12\pi n^2 A_s}{\phi_*^{n+2}} = \frac{12\pi n^2 A_s}{(2nN + \frac{n^2}{2})^{\frac{n+2}{2}}}$$

که باید در آن $A_s \approx 2 \times 10^{-9}$ حاصل داری که ~~برای $n=2$ و $N=60$~~

$$\lambda \approx \frac{12\pi \times 4 \cdot 2 \times 10^{-9}}{(4 \times 60)^2} \approx (10^{-6})^2$$

د) در حقیقت $M_p^4 \approx \rho$ اثرات گرانشی کوانتومی هم می تواند پس چون $\rho \approx V$

$$\lambda \phi^n = 1 \Rightarrow \phi = \frac{1}{\lambda^{1/n}} = \left[\frac{12\pi n^2 A_s}{(2nN + \frac{n^2}{2})^{\frac{n+2}{2}}} \right]^{-1/n}$$

این با اثرهای از لحاظ $\eta_s = 1.6\epsilon + 2\eta_v$, $r = 16\epsilon$ می آید در زمان ϕ_*

که باید η لازم است η را برابر η آوریم:

$$\eta = \frac{V''}{2V} = \frac{n(n-1)}{\phi^2}$$

مبارایی.

$$\eta_s = 1 - 6 \cdot \frac{n^2}{2\phi_*^2} + 2 \frac{n(n-1)}{\phi_*^2} = 1 - \frac{n^2 + 2n}{\phi_*^2} = 1 - \frac{n^2 + 2n}{2nN + \frac{n^2}{2}}$$

$$= 1 - \frac{n+2}{2N + n/2}$$

$$n \ll N \rightarrow \eta_s \approx 1 - \frac{n+2}{2N}$$

$$r = 16 \cdot \frac{n^2}{2\phi_*^2} = \frac{8n^2}{2nN + \frac{n^2}{2}} = \frac{8n}{2N + n/2}$$

$$n \ll N \rightarrow r \approx \frac{4n}{N}$$

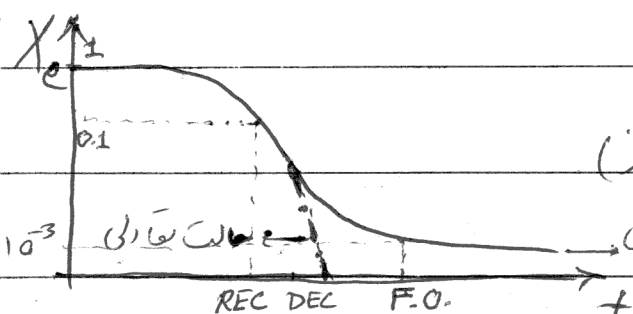
آن زمانی که استرومن غیر نسبی می شوند، و تقریباً از هم گریخته خارج شده اند و مبارایی e^\pm استرومن خود را حفظ می کنند.

به راحتی دهند. تعداد لایه های در این فرآیند تاریخی ندارد و داریم که قبل و بعد به زمان غیر نسبی شدن e^\pm مربوط می شود. داریم:

$$g_{*S}(\gamma) = 2 \quad g_{*S}(e^\pm, \gamma) = 2 + \frac{7}{8} \times 2 \times 2 = \frac{11}{2}$$

مبارایی دمای فوتون ها در این فرآیند به میزان $(11/4)^{1/3}$ افزایش می یابد. (اما دمای نور می شود)

تقریباً می تواند. اکنون زمان تا به امروز دمای دگرگی کمی به تقریب استرومنی کمی دهد و در دما (7, 6) با $\frac{1}{\alpha}$ کم می شوند. پس دمای امروزی لایه $(4/11)^{1/3}$ برابر دمای امروزی لایه ها (2.7K) است.



۵-HY \leftrightarrow pe

مبارایی مبارایی و دگرگی $X_e = \frac{1}{10}$ (الیه لایه های ام تقسیم)

بعد از مبارایی مبارایی رخ می دهد زیرا اختلاف e^\pm از کم شده

به تازگی خروج از تعادل، X_e به یک مقدار کمی می رسد و دیگر کم نمی شود. Freeze-out