

$$E_{th} = \frac{3}{2} k_B T \frac{M}{\frac{4}{3} m_p} = \frac{9}{8} k_B T \cdot \frac{M}{m_p}$$

$$E_g = \frac{3}{5} \cdot \frac{GM^2}{r}$$

$$\frac{9}{8} k_B T \frac{M}{m_p} = \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{5} \cdot \frac{GM^2}{r}$$

$$k_B T = \frac{4}{15} \cdot \frac{GM m_p}{r}$$

קשר בין רדיוס למסה (לא נלס ביטול):

$$r \sim M^{-\frac{1}{3}}$$

$$r = 2.3 \cdot 10^9 \left(\frac{Z}{A} \right)^{\frac{5}{3}} \left(\frac{M}{M_\odot} \right)^{-\frac{1}{3}}$$

$$M^{\frac{4}{3}} \sim k_B T$$

נבחר לטמפרטורה: $M = 1 M_\odot$

$$r \sim 7.2 \cdot 10^8 \text{ cm}$$

$$T \sim 6 \cdot 10^8 \text{ K} \Rightarrow \text{לפני}$$

אם נציב בטמפרטורה הקטור בין המסה לטמפרטורה $1 M_\odot$ נקבל:

$$\Rightarrow \text{אחרי (עצ פקטור 2)} \quad T \sim 6 \cdot 10^8 \text{ K} \quad (\text{לטמפרטורה})$$

כמה מילים על כוכב ניוטרונים:

אנ' מספיק גבוה:

electron capture: $p + e \rightarrow n + \bar{\nu}_e$

$\geq 1 \text{ MeV}$ אנרגיה הגבושה לטמפרטורה.

קוסמולוגיה:

7

19/06/07

הנחה: אנחנו לא מכבד תנאים.

↓
היקום הוא אינטרוס (אינוניאטי סהלולוג)
↑
הוואונו (אחיד).

פירוקס אולברס (Olbers):

למה שמי תמיד תשוב?

אנחנו: (1) יקום הוואונו ואינטרוס.

(2) חצמים להים, ומאירים בהוואונו.

(3) יקום סטטי.

(4) אוקרדיז. (5) אינסופי.

$$= \frac{L}{4\pi} \omega_*^2 \cdot dV \quad \text{כמה אולי וואים מכוכב אחד פו יחידת נפח}$$

$$\int_0^\infty \frac{L}{4\pi} \omega_*^2 \cdot dV = \infty \quad \text{סה"כ עבור כל הכוכבים}$$

$$dV = 4\pi \omega_*^2 \sin\theta d\theta d\phi dr$$

תשובות אפשריות:

(1) יותר מדי אבק \leftarrow סערת אבק לא חוסה עד כדי כך הרבה אולי.

(2) יש מספר סופי של כוכבים \leftarrow סערת מיטאורג כוכבים זה עדיין המון, זה לא משנה מהרבה.

(3) התפלגות הכוכבים לא אחידה \leftarrow סערת.

(4) הייקום מתפשט. פוטון עושה הסחה לאחור (וואים פחות אנרגיה)

(5) יש לי גיל סופי/צדור. \leftarrow נכון. (הייקום הנראה בעל נפח סופי (וואים רק חלק ממנו)

כי מהירות האור סופית) - "אופק אירועים".

חלוקה:

(1) חוק האבל - $v = H_0 r$

(2) מטריקת $\text{Robertson-Walker Metric} - \text{space-time}$.

$$dl^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 = dr^2 + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2\theta d\phi^2 \quad (2.1a)$$

(קוטריות)

(2.2) נוצר מהצדד קוורצית של תאורה במחל:

$$u = \frac{r'(t)}{R(t)}$$

הנשר $R(t)$ = פקטור התפשטות (= scale factor).

$$R(t) = a(t) = s(t) \quad \text{הספרות:}$$

(2.3) נרשם את ה-line element:

$$dl^2 = R^2(t) \left[\frac{du^2}{1-ku^2} + u^2 \sin^2\theta d\phi^2 + u^2 d\theta^2 \right]$$

$$d\tau^2 = dt^2 - c^2 dl^2 \quad // \quad ds^2 = c^2 dt^2 - dl^2 \quad (2.4) \quad \text{המטריקה:}$$

$$d\tau^2 = -dt^2 + c^2 dl^2 \quad // \quad ds^2 = -c^2 dt^2 + dl^2$$

$$1+z = R_0/R$$

(3)

$$\frac{\lambda_0}{\lambda_e} = \frac{R(t_0)}{R(t_e)}$$

Λ - קבוע קוסמולוגי.

$$\left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho - \frac{kc^2}{R^2} + \frac{\Lambda}{3}$$

(4) משוואת פרידמן:

$$\frac{\ddot{R}}{R} = -\frac{4\pi G}{3} \left(\rho + \frac{3P}{c^2} \right)$$

משוואת הרייבנסון:

$$\dot{\rho} + 3 \frac{\dot{R}}{R} \left[\rho + \frac{P}{c^2} \right] = 0$$

(נניח)

: $P=0$ ו $K=0$: EdS מודל קוסמוס

$$\dot{\rho} - \frac{3\dot{R}}{R} \rho = 0$$

משוואת הרייבנסון:

$$\frac{\dot{\rho}}{\rho} = -3 \frac{\dot{R}}{R}$$

$$\ln \rho = -3 \ln R + \text{const}$$

$$\rho = \rho_0 \left(\frac{R_0}{R} \right)^3$$

$$\left(\frac{\dot{R}}{R} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho$$

$$\left(\frac{\dot{R}}{R} \right)^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho_0 \left(\frac{R_0}{R} \right)^3$$

$$\dot{R}^2 = \frac{8\pi G}{3} \rho_0 \frac{R_0^3}{R}$$

$$\dot{R} = \frac{1}{\sqrt{R}} \sqrt{\frac{8\pi G}{3} \rho_0 R_0^3}$$

$$\int \sqrt{R} dR = \int \sqrt{\frac{8\pi G}{3} \rho_0 R_0^3} dt$$

$$\frac{2}{3} R^{3/2} = \sqrt{\frac{8\pi G}{3} \rho_0 R_0^3} t$$

\Downarrow

$$R = \left(\frac{3}{2} \right)^{2/3} \left(\frac{8\pi G}{3} \rho_0 R_0^3 \right)^{1/3} t^{2/3}$$

\Downarrow

$$\frac{R}{R_0} = \left(\frac{3}{2} \right)^{2/3} \left[\frac{8\pi G}{3} \rho_0 \right]^{1/3} t^{2/3}$$

$$\text{NOJ} \equiv t_0^{-2/3}$$

\Downarrow

$$\frac{R}{R_0} = \left(\frac{t}{t_0} \right)^{2/3} \Rightarrow \rho = \rho_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^{-2}$$

השיעור הקבוע האדום $H = \frac{\dot{R}}{R} = \frac{1}{t_0^{2/3}} \cdot \frac{2}{3} t^{-1/3} \cdot \frac{1}{\left(\frac{t}{t_0} \right)^{2/3}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{t}$