LOKALNA GRUPA GALAGTYK

NAZWA	*TYP GALAKTYKI*	*JASNOŚĆ logM/M*¤
Duży Obłok Magellana	JrI	10
Mały Obłok Magellana	JrI	9.3
Andromeda	Sb	11.5
M32	E2	9.5
	F5	9.8
Trójk¹t M33	Se	10.1
	E	9
	E	9
	JrI	8.4
	Jr	8.5
Skultor	E0	6.5
	E0	7.3
Lew I	E4	6.6
Lew II	E1	6.0
Dragon	E0	5
Mała Niedźwiedzica	E0	5
Maffei	S0	11.3

ASTRONOMIA POZAGALAKTYCZNA

Typy galaktyk
Klasyfikacja Hubbla.
Eliptyczne

$E_0, E_1, E_2..........E_7$

$$\boxed{n = (a - b) 10/a}$$

Spiralne S_0

bez poprzeczki S_a, S_b, S_c

z poprzeczką SB_a, SB_b, Sb_c

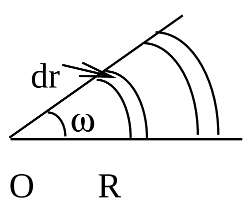
KOSMOLOGIA

Zasady kosmologiczne
Wszechświat jest jednakowy dla każdego obserwatora
Zasada Antropiczna
Ścisła zasada Kosmologiczna

MODELE KOSMOLOGICZNE WSZECHŚWIATA

1.Definicja Wszechświata.
2.Galaktyki, Clustry.
3.Zasada kosmologiczna.
4.Dlaczego niebo jest ciemne.
5.Rozbieganie się galaktyk
    Prawo Hubbla
6.Modele kosmologiczne.
    Lemaitre Fridmana
7.Model Hoyle'a.
8.Promieniowanie reliktowe T= 2.7 K
9.Testowanie modeli kosmologicznych.

PARADOKS OLBERTSA



Czy Wszechświat jest ograniczony?

$$j = const \left[\frac{fot}{s \cdot cm^3} \right]$$

$$\omega = \frac{S}{R^2}$$

$$\nu = \omega \cdot R^2 \cdot dx$$

$$dI = \frac{\nu \cdot j}{R^2}$$

$$I = \int_0^\infty \frac{\omega R^2 \, dR}{R^2} = \omega \cdot R \Big|_0^r = \omega \cdot r \Big|_0^\infty$$

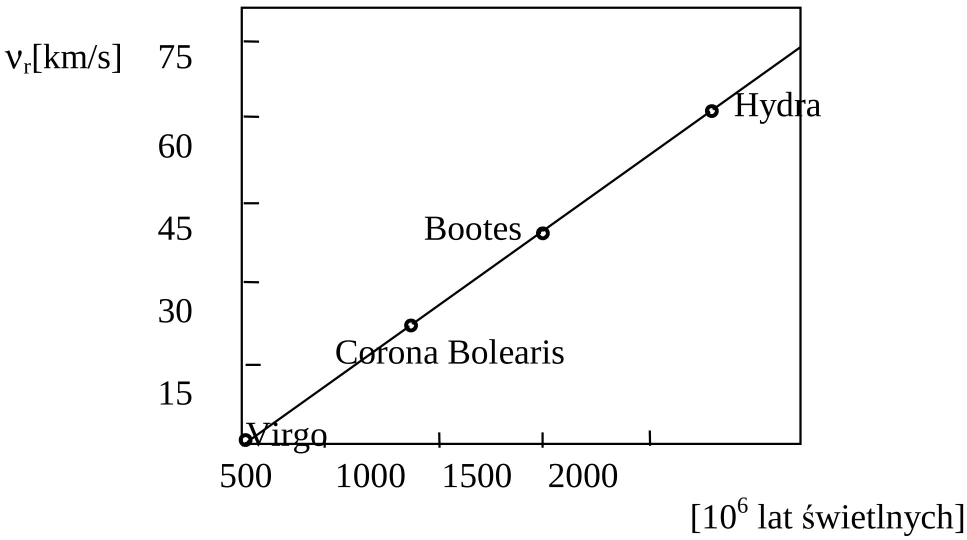
zatem proporcjonalnie do r

$$r = \infty \quad I \to \infty$$

Niebo powinno być jasne nawet w nocy

Clustry $d \approx 50\,Mpc$

Prawo HUBBLA



$$\boxed{J = H \cdot R}$$

$$H \approx 500 \frac{km}{s \cdot Mpc} \text{ | BYŁO!!! | ;} \qquad \mathrm{H} = 50 - 100 \ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{Mpc}}$$

Ograniczoność Wszechświata

$\upsilon \rightarrow c$; $c = H \cdot R_{max} = H \cdot R_{ph;}$

$$\mathrm{R_{ph}} = \frac{\mathrm{c}}{\mathrm{H}} = 6.2 \cdot 10^{28} \ \mathrm{cm}$$

$H \approx 500$ km s^{-1} Mpc^{-1} (było !!!) $H = 50 \div 100$ km s^{-1} Mpc^{-1}

Ograniczoność Wszechświata

$J \rightarrow c$ c = H R_{max} = H R_{ph}

$$R_{ph} = \frac{c}{H} = 6.2 \cdot 10^{28} \ cm$$

$$z = \frac{\Delta l}{l} = \frac{1 + \frac{u}{c}}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}}} - 1$$

Czy Prawo Hubbla jest zrozumiale w świetle zasady kosmologicznej?

$l = R(t)\, l_0$; $\quad l(t) = l_0 \cdot R(t) \quad u = \frac{dl}{dt} = l_0 \cdot \dot{R} = \frac{\dot{R}}{R} \cdot l(t)$

$\upsilon_r = H \cdot r$; $\quad H = \frac{\dot{R}(t)}{R(t)}$

Dla chmury punktów materialnch gdy zachodzi warunek $\frac{GM}{lc^2} < 1$

(Nevtona opis grawitacji)

Jak określić R(t) $\quad F = -\frac{GM}{r^2} \quad a = \frac{GM}{r^2} = \ddot{x}$

$$\frac{d^2 l}{dt^2} = \frac{GM}{l^2} \quad |*\dot{l} \quad \rightarrow \quad \ddot{l} \cdot \dot{l} = \frac{GM\,\dot{l}}{l^2}$$

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\dot{l}^2}{2}\right) = GM\frac{d}{dt}\left(\frac{1}{l}\right)$$

$$\dot{l}^2 = \frac{2GM}{l} - K \quad M = \frac{4}{3} p\, l^3 r(t)$$

$$\dot{l}^2 = \frac{2G\frac{4}{3}p\, l^3 r(t)}{l} - K$$

$$\frac{\dot{l}^2}{l^2} = \frac{8}{3} Gp\, r(t) - \frac{K}{l^2} \qquad r(t_0) \cdot 1 = r(t)\, l^3(t)$$

$$r(t) = \frac{r(t_0)}{l^3}$$

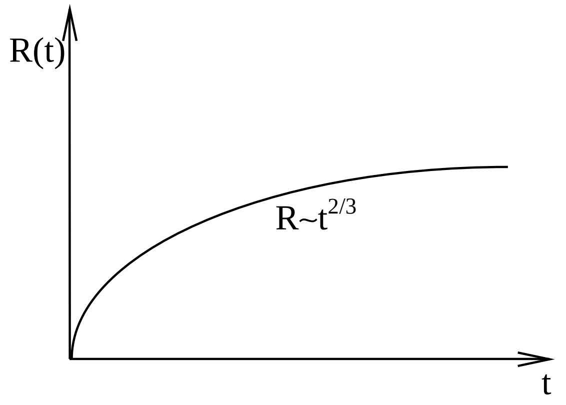
$$\frac{\dot{l}^2}{l^2} = \frac{8}{3} Gp \frac{r(t_0)}{l^3} - \frac{K}{l^2}$$

$$\dot{l}^2 = \left(\frac{8}{3}\right) Gp \frac{r(t_0)}{l} - K \qquad l = R(t) \cdot l_0$$

$$\dot{R}^2(t) = \frac{8}{3} Gp \frac{r(t_0)}{R(t)} - K$$ ® całkowita energia

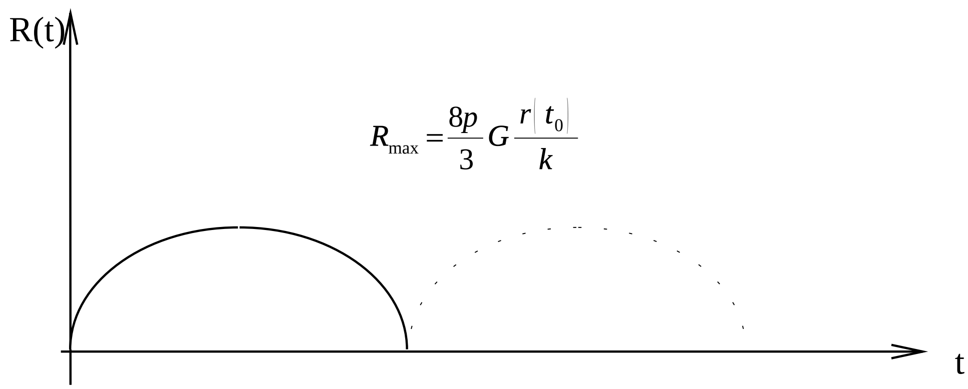
MODELE FRIDMANA

Gdy k = 0

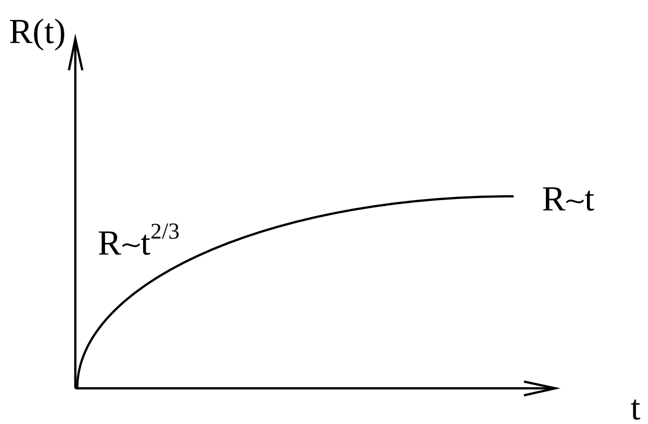


model E_S

gdy k > 0 $E_g > E_k$



gdy k < 0 $E_g < E_k$



Opis dokładny

Odległość w czasoprzestrzeni zapisuje się $ds^2 = g_{\alpha\beta}\, dx^\alpha\, dx^\beta$

Tensor metryczny $g_{\alpha\beta}$ powiązany jest z rozkładem materii opisywanym za pomocą tensora energii pędu $T_{\alpha\beta}$, równaniami pola Einskina

$$G_{ab} = R_{ab} - \frac{1}{2} g_{ab}\, R = \frac{8p\, G}{c^4} T_{ab}$$

gdzie $R = R^a_a$ jest skalarem krzywizny

$R_{ab} = R^s_{asb}$ jest tensorem Ricciego

$g_{\alpha\beta}$ nosi nazwę tensora Einsteina

Dla dalekich odległości od masy, przewidywania ogólnej teori względności powinny pokrywać się z wynikami Newtona, warunek ten jest spełniony gdy ds^2 wynosi

$$ds^2 = (1 - \frac{r_g}{r}) c^2\, dt^2 - \frac{dr^2}{1 - \frac{r_g}{r}} - r^2\, (dq^2 + \sin^2 q\, df^2)$$

$$ds^2 = c^2 dt - R^2 (t)\, du$$

$$du^2 = \frac{dr^2}{(1 - kr^2)} + r^2 (dq^2 + \sin^2 q\, dj^2)$$

k $\rightarrow$ krzywizna przestrzeni

k = 1 $\rightarrow$ zamknięta

k = -1 $\rightarrow$ otwarta

k = 0 $\rightarrow$ płaska

$$\frac{\dot{R}^2}{R^2} + 2\frac{R}{R} + \frac{\dot{8}\pi Gp}{c^2} = -\frac{kc^2}{R^2} + \Lambda c^2$$

$$\frac{\dot{R}^2}{R} - \frac{8pG\, r(t)}{3} = -- \frac{kc^2}{R^2} + \frac{l\, c^2}{c} \quad \Lambda - \textit{sta}\text{ł a kosmologiczna}\ ; \quad r_0 = -\frac{\ddot{R}_0}{R_0\, H^2}$$

$$r_{kryt.} = \frac{3H_0{}^2 q_0}{8p\, G} = \sim 2\text{x}10^{-29} \text{gramów/cm}^3$$

Model Hoyl'a

Ścisła zasada kosmologiczna

ρ=constans

Idea nieustannego stwarzania materii

Promieniowanie reliktowe wyklucza taka możliwość

Testy na modeli kosmologicznych

Hubbla; Zliczanie źródeł; $N=4/3\pi\rho r^3$ $J(r)=L / 4\pi r^2$

Zatem r=constant J^{-2}

Liczba źródeł o strumieniu większym od J będzie

$N(>J) = \text{const}\ \rho\ J^{-3/2}$

TEST HUBBLA

L - moc promieniowania - luninancja

$$f = \frac{L}{4p\ R_0^2\ l_0^2 \left(1+z \right)^2}$$

bo energia maleje 1 + z razy

$$\frac{dN}{d\Omega}\left(\rangle f \right) = \int_0^{t_0} dt\, l_0^2 R_0^3\ R\left(t \right)^{-1} n[\rangle a = 4p\ l_0^2\ f\ R_0^4\ R\left(t \right)]$$

Metody okreslania pola magnetycznego w przestrzeni kosmicznej

- Rotacja płaszczyzny polaryzacji Faradaya
- polaryzacja światła gwiazd -Devisa
- Effekt Zemana

Rotacja Faradaya

$$n^2 = 1 - \frac{(\frac{n_p}{n})^2}{1 \pm (\frac{n_g}{n}) \cos q} \qquad q \angle (l, \vec{B})$$

$$\Delta n = \frac{n_p^2\ n_g}{n^3} \cos q;\quad \Delta j = \frac{2p\, \Delta n\, n}{c};\ \Delta q = \frac{p\, n_p^2\ n_g}{c\, n^2} \cos q\, dl$$ rotacja

$$q = \frac{p}{cn^2} \int_0^l n_p^2\, n_g \cos q\ dl$$

$$q = 8.1 \cdot 10^5\ l^2 \int_0^1 N_e\ B_p\ dl$$

$$B_p \approx \frac{\int N_e\ B\, dl}{\int N_e\, dl}$$

RADIALNY RUCH W POLU GRAWITACYJNYM

$$u_r = \frac{dr}{dt} = c\left(1 - \frac{r_g}{r}\right) \cdot \sqrt{1 - \frac{1 - \frac{r_g}{r}}{1 - \frac{r_g}{r_o}}}$$ gdy obserwator w r_o

gdy $r \to r_g$ $\upsilon \to 0$

$$u = \frac{dR}{dt} = \frac{1}{1 - \frac{r_g}{r}} \frac{dr}{dt} = c\sqrt{1 - \frac{1 - \frac{r_g}{r}}{1 - \frac{r_g}{r_o}}}$$ gdy obserwator w r

gdy $r \to r_g$ $\upsilon \to c$

$$dt^2 = c\,dt^{\,2} - dR^2 \;; \qquad c\,dt = \sqrt{1 - \frac{r_g}{r}}\; c\,dt$$

$$dR = \frac{dr}{\sqrt{1 - \frac{r_g}{r}}} ; \qquad dt = \sqrt{1 - \frac{r_g}{r}}\; dt$$

$$\frac{l_o}{l} = \sqrt{\frac{1 - \frac{r_g}{r_o}}{1 - \frac{r_g}{r}}} \;\; gdzie \;\; r_g = 2GM / c^2$$

$$z = \frac{l_o - l}{l}; \quad z + 1 = \frac{l_o}{l}$$

$$n_p = (\frac{e^2 N_e}{4p E_0 m_e}) = 9.1 A \cdot 10^3 N_e^{\frac{1}{2}} H_2$$

$$\vec{n}_{grup} = c[1 - (\frac{n_p}{n})]^{\frac{1}{2}}$$

$\nu g << \nu$

$\nu \sim 10^2 - 10^3$ MHz

$$\frac{n_p}{n} << 1$$

$$n_{grup} = c[1 - \frac{1}{2}(\frac{n_p}{n})^2]$$

$$\bar{n}_a = \int_0^l \frac{dl}{n} = \int_0^l \frac{dl}{c}[1 + \frac{1}{2}(\frac{n_p}{n})^2] = \frac{l}{c} + \frac{e^2}{8p^2 e_0 m_e c n^2} \int N_e dl$$