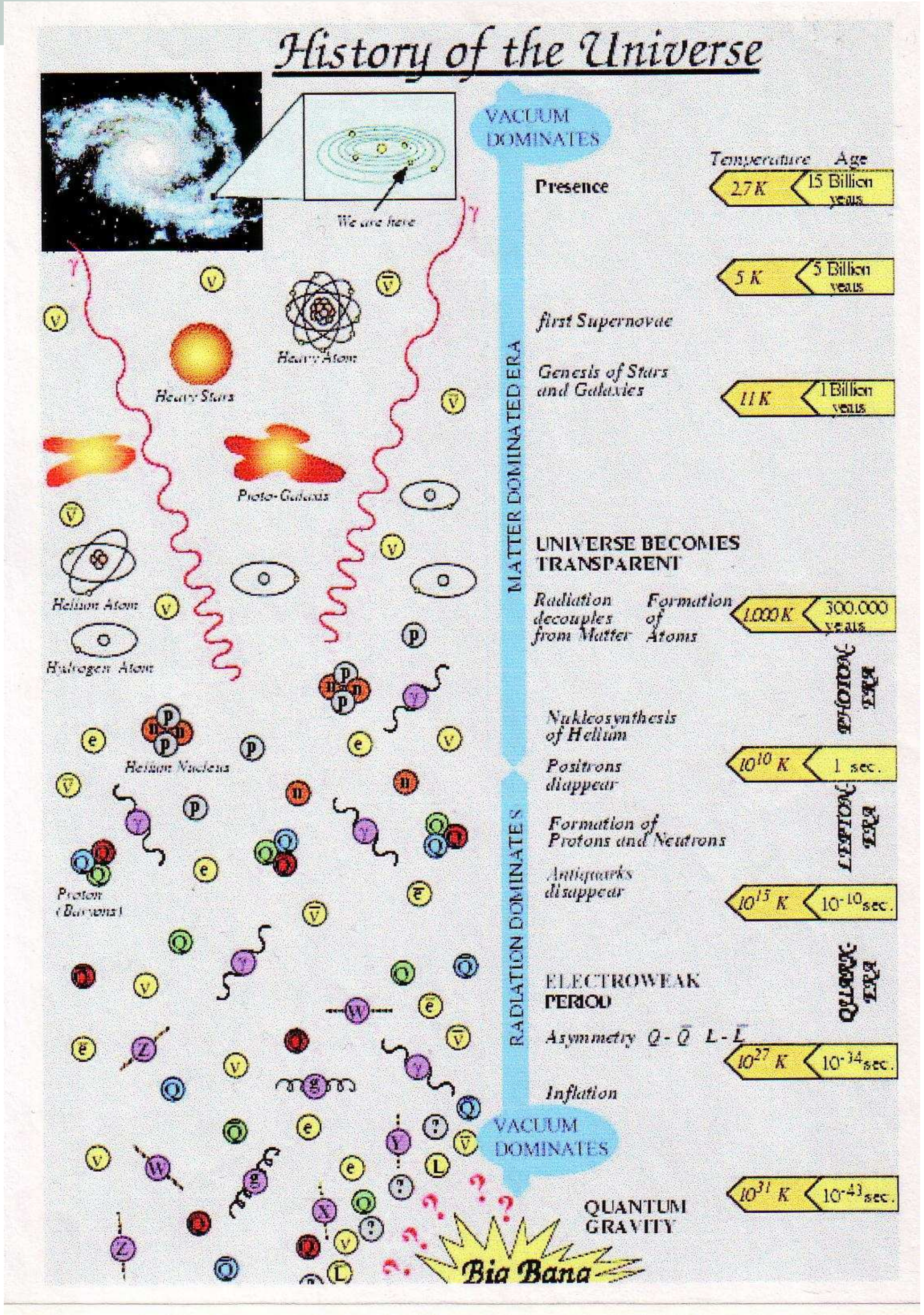
FIZIKALNA

KOZMOLOGIJA

XI. INFLACIJA I SKALARNA POLJA U KOZMOLOGIJI



1. PROBLEM:

PROBLEM HORIZONTA

(područja koja nisu bila u kauzalnom kontaktu nalazimo s istom temperaturom)

Udalj. najudaljenijih objekata u čas t

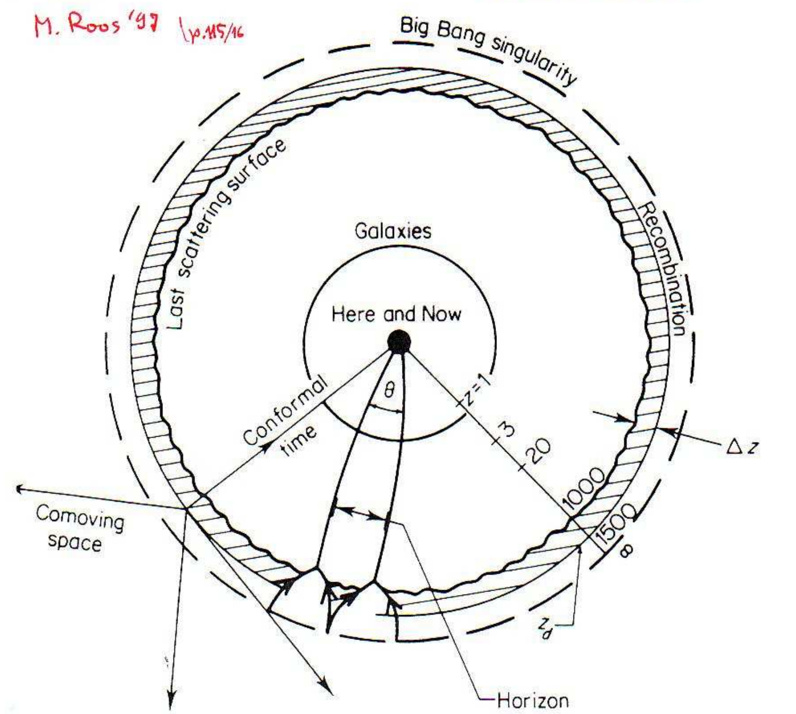
$$d_{Horiz.}(t) = S(t) \times (\text{svjetlosna koor. udalj.})$$

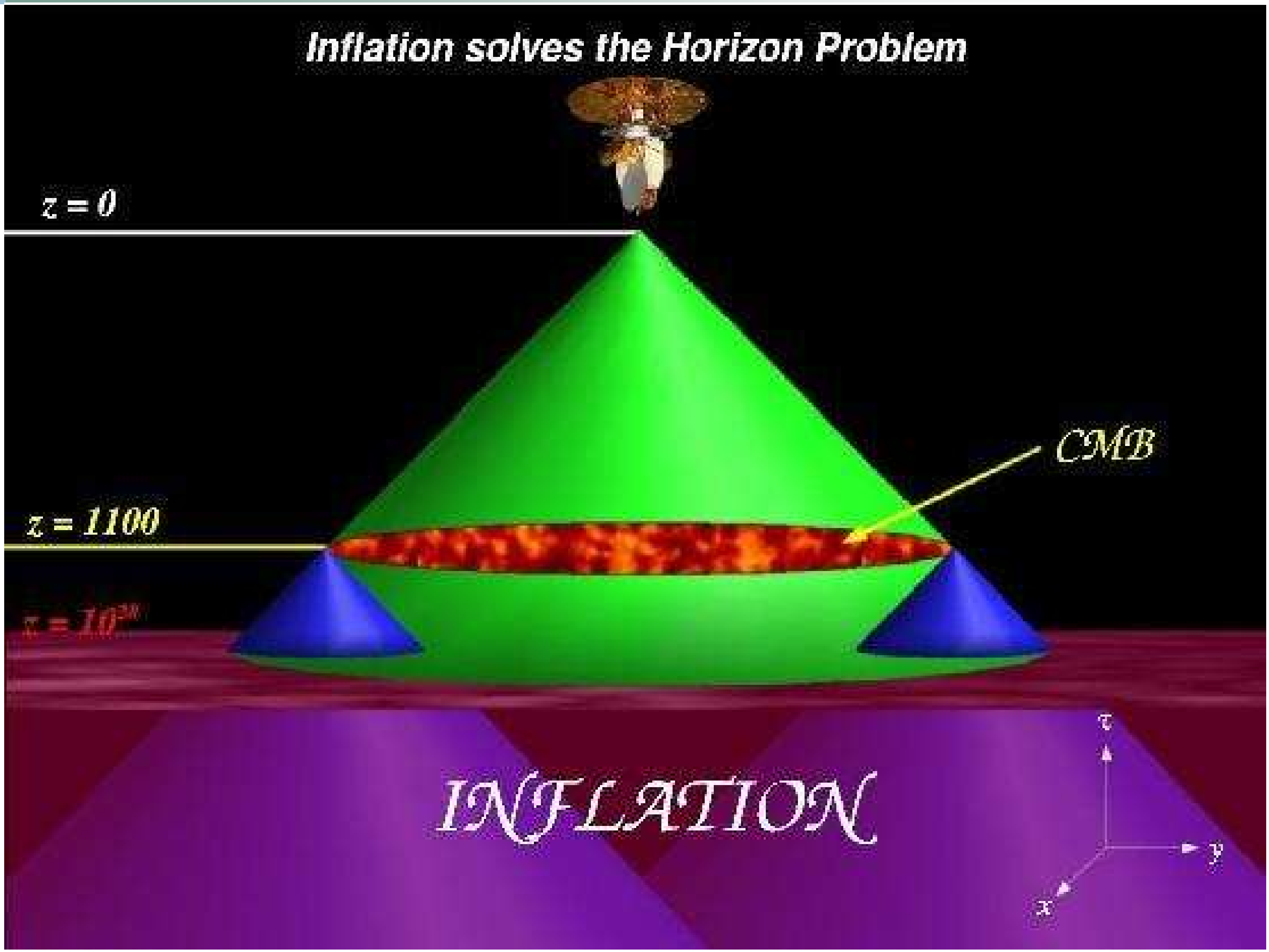
$$\int_0^t \frac{c\,dt'}{S(t')}$$

$$\int_0^{t_{odvez}} \frac{dt'}{S(t')} \ll \int_{t_{odvez}}^{t_0} \frac{dt'}{S(t')}$$

Udaljenost koju je svjetlost mogla prevaliti prije odvezivanja CMB / danas unutar = 1.12° << sadašnjeg horizonta

M. Roos '97 | p.115/16




Inflation solves the Horizon Problem
z = 0
z = 1100
CMB
INFLATION
τ
y
x

2. PROBLEM: PROBLEM RAVNOSTI

1. predviđanje inflacije – ravni svemir (Friedmannova jedn. daje de Sitterovo rješ. za k=0)

Zanemarimo Λ i "kozmološki član", u okolini $\Omega = 1$ Friedmannova j-ba ima oblik

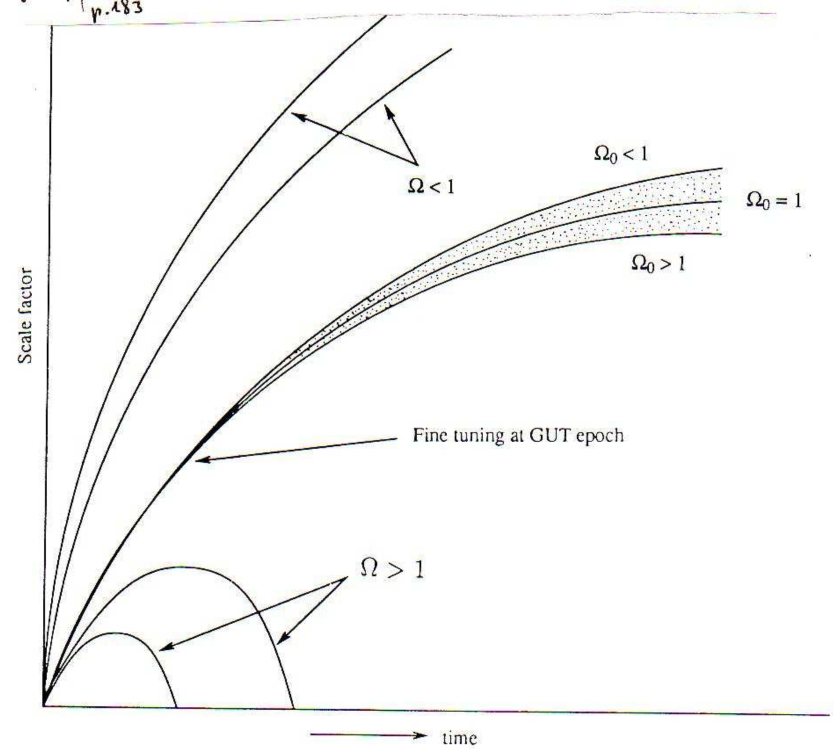
$$|\Omega - 1| = \frac{|k|}{S^2 H^2} \propto \begin{cases} t^{2/3} & \text{dominacija tvari} \\ t^{1/2} & \text{dominac. zračenja} \end{cases}$$

(opada u stand. evolucije velikog praska!)

pokazuje da Ω u prošlosti mora biti fino podešen u eri

$$|\Omega - 1| < \begin{cases} O(10^{-16}) & \text{nukleosinteze } (t \sim 1\,s) \\ O(10^{-27}) & \text{e-w skala } (t \sim 10^{-11}\,s) \\ O(10^{-53}) & \text{GUT skala } (t \sim 10^{-35}\,s) \\ O(10^{-61}) & \text{Planck skala } (t \sim 10^{-44}\,s) \end{cases}$$

Narlikar Fig. 6.7, p.183



RAVNOST, Ω = 1 kao najpreciznija poznata vrijednost

- **U usporedbi s mjerenjem WMAPa**

$$\Omega = 1.02 \pm 0.02$$

U inflacijskom periodu *)

$$|1 - \Omega(t)| \propto e^{-2Ht}$$

*) osiguranom jedn. stanja $p < -\frac{1}{3}\rho c^2$

$w < -1/3$

INFLACIJA se oslanja na tvar s repulzivnom gravitacijom

- Podvostručenje svemira svakih 10^-37 sek, uz gustoću repulzivne tvari koja se ne smanjuje pri ekspanziji
- Repulzivna tvar je nestabilna –raspada se nakon 10^-35 sek; svemir manji od protona naraste do centimetra
- Kandidati za pogonitelja inflacije?

VAKUUMSKA ENERGIJA

vakuumska očekivajuća vrij. tenzora energije - impulsa

$$T^{vac}_{\mu\nu} = \langle 0 | T_{\mu\nu} | 0 \rangle = \rho_{vac} c^2 \eta_{\mu\nu}$$

podudara se s

$$T_{\mu\nu} = (p + \rho c^2) u_\mu u_\nu - p \eta_{\mu\nu}$$

ukoliko $p = -\rho c^2$

INDUCIRANA KOZMOLOŠKA KONSTANTA

$$G_{\mu\nu} + \lambda g_{\mu\nu} = -\frac{8\pi}{c^4} G_N T_{\mu\nu}$$

uz supstituciju

$$T_{\mu\nu} \rightarrow T_{\mu\nu} + \underbrace{\langle 0 | T_{\mu\nu} | 0 \rangle}_{g_{\mu\nu} \Lambda_{ind}}$$

daje efektivnu c.c. :

$$\lambda_{eff} = \lambda + \frac{8\pi}{c^4} G_N \Lambda_{ind}$$

U prirodnim jedinicama

$[\Lambda] = E^4$ - mjerena gustoća energije vakuuma $\sim \mathcal{O}(10^{-47})\ \mathrm{GeV}^4$

SKALARNO POLJE

$$\mathcal{L} = \frac{1}{2}\left[(\partial_\mu \phi)(\partial^\mu \phi) - \mu^2 \phi^2\right]$$

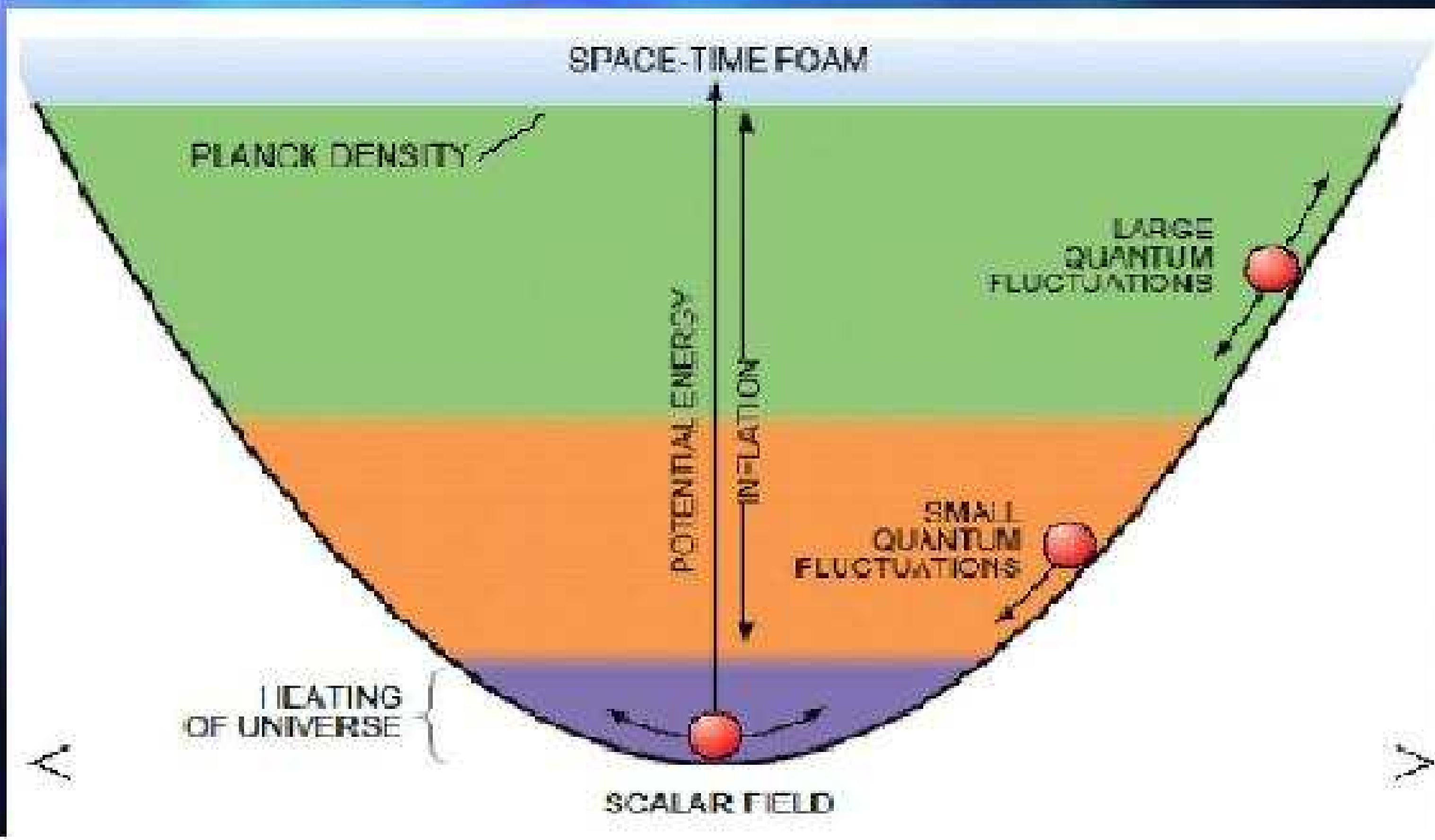
$$T^{\mu\nu} = \partial^\mu \phi \, \partial^\nu \phi - g^{\mu\nu} \mathcal{L}$$

$$T^{00} \Rightarrow \rho_\phi$$

$$T^{ij} \Rightarrow \delta^{ij} p_\phi$$

Inflation as a theory of a harmonic oscillator

$$V(\phi) = \frac{m^2}{2}\phi^2$$



H.O. S (promjenljivim) trenjem

- OPĆENITO

$$\ddot{\phi} + 3H\dot{\phi} - \nabla^2\phi + \frac{dV}{d\phi} = 0$$

- SPORO KOTRLJANJE

$$3H\dot{\phi} = -dV/d\phi$$

SAŽETAK IDEJE INFLACIJE