

# Kosmologiset perturbaatiot inflaation jälkeen

Stanislav Rusak

Helsingin yliopisto

24.03.2011

# Inflaation loppu

- Inflaatio tuottaa kosmologisia perturbaatioita
- Inflaation loputtua skalaarikentät hajoavat säteilyksi ja materiaksi
  - Uudelleenlämmitys
  - Esilämmitys
- Kuumen alkuräjähdyksmallin alkuehdot
- Maailmankaikkeus säteilyn dominoima
- Primordiaaliset perturbaatiot

# Perturbaatioiden kehitys

- Kosmologisia 'fluideja'
  - Säteily (fotonit + neutriinot)
  - Kylmä pimeä aine (CDM)
  - Baryonit (ytimet + elektronit)
- Yhden kentän inflaatio  $\Rightarrow$  adiabaattiset perturbaatiot

$$\frac{3\delta\rho_r}{4\rho_r} = \frac{\delta\rho_m}{\rho_m} \quad (1)$$

- Monikenttäinflaatio  $\Rightarrow$  entropiaperturbaatiot (isokurvatuuri), esim. CDM:n ja fotonien välillä

$$S_{c,\gamma} = \frac{\delta\rho_c}{\rho_c} - \frac{3\delta\rho_\gamma}{4\rho_\gamma} \quad (2)$$

# Perturbaatioiden kehitys

- Pimeän aineen tihentymät kasvavat gravitaation vaikutuksesta
- Fotonit siroavat ytimistä ja elektroneista (Thomsonin sironta)
- Baryonien akustiset oskillatiot
- Rekombinaatio  $\Rightarrow$  CMB syntyy
- Baryonit putoavat pimeän aineen synnyttämiin potentiaalikuoppiin
- CMB fotonien kulku: Sachs-Wolfe ilmiö

- Anisotropiaa CMB säteilyssä kuvaavat kulmatehospektrit  $C(l)$
- Isokurvatuuriperturbaatioilla akustiset piikit eri paikoissa
- Puhdas isokurvatuurimoodi suljettu pois, adiabaattiset ja isokurvatuurimoodit yhdessä mahdollisia
- Toistaiseksi ei vahvoja todisteita isokurvatuuripoerturbaatiosta
- Tulevaisuuden mittaukset antavat tarkempia rajoja