2025 Summer School on Cosmology and Particle Physics

Monday, 4 August 2025 - Friday, 8 August 2025

CTPU PTC

Scientific Programme

강좌 1. 우주론 배경과 linear perturbation 기본식 유도 : 황재찬 (IBS)
Einstein's gravity and cosmology
Spatially homogeneous and isotropic cosmological model +linear perturbation
Derivation: metric, connections, curvatures, energy-momentum tensor, scalar field
Gauge issue and evolution
The covariant (1+3) and the ADM (3+1) formulation

선행지식: differential equations, vector calculus

참고문헌:
1. CMASS galaxy sample and the ontological status of the cosmological principle (2022) e-Print: 2112.04134: 균일등방 + perturbations 우주모형과 관측된 우주의 비교.
2. Cosmological linear perturbation theory (2011): 균일등방 + linear perturbation 모형의 기본식을 Einstein 식으로부터 유도한 내용. 강의에서 주로 다룰 내용임.
3. Exact formulations of relativistic electrodynamics and magnetohydrodynamics with helically coupled scalar field (2023) e-Print: 2211.03926: 이 복잡한 논문을 소개하는 이유는 Appendix A와 B에 우주론과 상대론적 천체물리에 효과적으로 적용할 수 있는 아인슈타인식의 두 가지 다른 표현들이 유도되어 있기 때문으로, 이 강력한 방법을 쓰면 Appendix C에서 유도하듯이 균일등방 + fully nonlinear and exact perturbation식 조차도 강의에서 다룰 위 2의 참고문헌에서 보다 더 쉽게 유도할 수 있다.

강좌 2. FRW 우주론 진화와 암흑물질 : 최기영 (성균관대학교)
Thermal history of the Universe
Big Bang Nucleosynthesis
Thermodynamics in the expanding Universe
Neutrino decoupling and cosmic neutrino background
Dark matter phenomenology

선행지식: 일반상대성이론, 입자물리

참고문헌:
Kolb and Turner “The Early Universe”
V. Mukhanov “Physical Foundations of cosmology”
S. Weinberg “Cosmology”

강좌 3. Inflation : 공진욱 (이화여자대학교)
Inflation: Why, what and how
Perturbed action for cosmological perturbations
General solution of perturbations and power spectrum
Evolution of quantum states during inflation
From quantum to classical perturbations

선행지식: 학부 양자역학, 황재찬 교수님 강의 (특히 2 - 4), 최기영 교수님 강의 (특히 1 & 3), 정동희 교수님 강의 (특히 3)

참고문헌:
A. Liddle, "An introduction to cosmological inflation" (astro-ph/9901124)
D. Baumann, "TASI Lectures on Inflation" (0907.5424)

강좌 4. Linear perturbation의 진화와 CMB : 정동희 (Pen State Uni.)

FLRW우주에서 선형섭동의 진화 (Meszros equation, linear power spectrum)
우주배경복사: recombination, spectrum
볼츠만 방정식 (선형섭동식 + baryon-photon coupling)
CMB temperature anisotropy (line-of-sight integration)
CMB E/B mode polarization (spherical tensor decomposition)

참고문헌:
Dodelson and Schmidt “modern cosmology”
Huterer “A Lecture in cosmology”