



1821 Universidad de Buenos Aires

Resolución Consejo Directivo

Número: RESCD-2025-602-E-UBA-DCT#FCEN

CIUDAD DE BUENOS AIRES
Lunes 21 de Abril de 2025

Referencia: EX-2025-01591931- -UBA-DMESA#FCEN - POSTGRADO - Sesión
14/04/2025

VISTO:

La nota presentada por la Dirección del Departamento de Física, mediante la cual eleva la información del curso de posgrado Tópicos de Cosmología Observacional (CMB & LSS) para el año 2025,

CONSIDERANDO:

lo actuado por la Comisión de Doctorado,

lo actuado por este Cuerpo en la sesión realizada el día 14 de abril de 2025,

en uso de las atribuciones que le confiere el Artículo 113° del Estatuto Universitario,

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD

DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º: Aprobar el dictado del curso de posgrado **Tópicos de Cosmología Observacional (CMB & LSS)** de 40 horas de duración, que será dictado por las Dras. Claudia Scóccola y Diana Lopez Nacir.

ARTÍCULO 2º: Aprobar el programa del curso de posgrado **Tópicos de Cosmología Observacional (CMB & LSS)** que como anexo forma parte de la presente Resolución, para su dictado en el primer cuatrimestre de 2025.

ARTÍCULO 3º: Aprobar un puntaje máximo de dos (2) puntos para la Carrera de Doctorado.

ARTÍCULO 4º: Establecer un arancel de **CATEGORÍA BAJA**, estableciendo que dicho arancel estará sujeto a los descuentos y exenciones estipulados mediante la Resolución CD N.º 1072/19. Disponer que los fondos recaudados ingresen en la cuenta presupuestaria habilitada para tal fin, y sean utilizados de acuerdo a la Resolución 072/03.

ARTÍCULO 5º: Disponer que, de no mediar modificaciones en el programa, la carga horaria y el arancel, el presente Curso de Posgrado tendrá una vigencia de cinco (5) años a partir de la fecha de la presente Resolución.

ARTÍCULO 6º: Comuníquese a todos los Departamentos Docentes, a la Dirección de Estudiantes y Graduados, a la Dirección de Movimiento de Fondos, a la Dirección de Presupuesto y Contabilidad, a la Biblioteca de la FCEyN y a la Secretaría de Posgrado con copia del programa incluida. Cumplido, pase a FÍSICA#FCEN y resérvese.

ANEXO

PROGRAMA

Duración: 2 semanas.

Horario: 4 días por semana (2 clases teóricas diarias de 1.5 h cada una + 2 horas de práctica diaria).

- Semana 1: El Fondo Cósmico de Radiación (CMB)
 - Día 1: • Clase 1: Introducción a la Cosmología observacional • El Universo en expansión, la ley de Hubble y el modelo cosmológico estándar. • Resumen de los principales observables cosmológicos. • Clase 2: Fundamentos del CMB • Origen del CMB: desacople y superficie de última dispersión. • Propiedades del CMB: temperatura e isotropía. • Práctica: • Visualización de mapas del CMB con datos reales (Planck; WMAP). • Estadísticas básicas: cálculo de la temperatura media y desviaciones de isotropía.
 - Día 2: • Clase 1: Anisotropías del CMB • Fluctuaciones de temperatura: efecto Sachs-Wolfe, oscilaciones acústicas, amortiguación de Silk. • Clase 2: Polarización del CMB • Patrones E-mode y B-mode. • Conexión con ondas gravitacionales primordiales. • Práctica: • Análisis del espectro angular de potencias: modos TT, TE y EE. • Uso de herramientas como CAMB o CLASS para generar espectros de potencia.
 - Día 3: • Clase 1: Parámetros cosmológicos del CMB • Extracción de parámetros cosmológicos del modelo estándar. • Degeneraciones y restricciones. • Clase 2: Efecto de lente gravitacional del CMB y Anisotropías Secundarias • Lente gravitacional del CMB. • Efectos SZ e ISW. • Práctica: • Estimación de parámetros usando herramientas MCMC (CosmoMC; emcee). • Simulación de lente gravitacional del CMB.
 - Día 4: • Clase 1: Desafíos en las observaciones del CMB • Contaminaciones: fuentes galácticas y extragalácticas. • Ruido y problemas instrumentales. • Clase 2: Futuro de los estudios del CMB • Experimentos actuales y futuros (QUBIC, Simons Observatory, CMB-S4). • Perspectivas sobre los modos B inflacionarios. • Práctica: • Técnicas de eliminación de contaminantes (separación de componentes). • Correlaciones cruzadas con otros conjuntos de datos.
- Semana 2: Estructura a Gran Escala (LSS)
 - Día 1: • Clase 1: Introducción a la estructura a gran escala (LSS) • Crecimiento de perturbaciones y el espectro de potencia de materia. • Formación jerárquica de

- estructuras. • Clase 2: Relevamientos observacionales de LSS • Relevamientos de galaxias en redshift (SDSS, DESI DESI). • Lente débil y conteo de cúmulos. • Práctica: • Exploración de catálogos de galaxias: visualización de distorsiones en el espacio de redshift. • Cálculo de la función de correlación a dos puntos.
- Día 2: • Clase 1: Oscilaciones Acústicas de Bariones (BAO) • Origen físico y su papel como regla estándar. • Clase 2: Distorsiones en el Espacio de Redshift (RSD) • Medición de velocidades peculiares y la tasa de crecimiento de estructuras. • Práctica: • Ajuste de las características BAO en datos de agrupamiento de galaxias. • Modelado de efectos RSD utilizando simulaciones.
- Día 3: • Clase 1: Modelos cosmológicos y LSS • Pruebas del modelo Λ CDM y alternativas (por ejemplo, wCDM, gravedad $f(R)$). • Clase 2: Correlaciones cruzadas con otros observables • Vinculación de la LSS con el CMB y el lente débil. • Práctica: • Simulación de espectros de potencia de LSS y prueba de modelos cosmológicos. • Análisis de correlaciones cruzadas entre LSS y CMB.
- Día 4: • Clase 1: Formación no-lineal de estructuras • Simulaciones N-body y modelos de halos. • El papel de la física bariónica. • Clase 2: Desafíos y direcciones futuras en LSS • Problemas sistemáticos en los sondeos. • Experimentos de próxima generación (LSST, Euclid). • Práctica: • Ejecución de una simulación N-body simple (por ejemplo, usando Gadget o una herramienta basada en Python). • Análisis de propiedades de halos y bias.
- Evaluación Final: Los estudiantes producirán un informe de mini-proyecto analizando un conjunto de datos seleccionado (CMB o LSS) y extrayendo información cosmológica.

BIBLIOGRAFIA

- Dodelson, S., & Schmidt, F. (2020). *Modern Cosmology* (2nd ed.). Academic Press.
- Górski, K. M., Hivon, E., Banday, A. J., et al. (2005). HEALPix: A Framework for High-Resolution Discretization and Fast Analysis of Data Distributed on the Sphere. *The Astrophysical Journal*, 622(2), 759-771.
- Planck Collaboration (2020). Planck 2018 results - IV. Diffuse component separation. *Astronomy & Astrophysics*, 641, A4.
- Abitbol, M. H., et al. (2017). *CMB-S4 Technology Book, First Edition*. arXiv: 1706.02464
- LiteBIRD Collaboration (2022). *LiteBIRD Science Goals and Forecasts*. arXiv: 2202.02773
- Simons Observatory Collaboration (2019). *The Simons Observatory: Science goals and forecasts*. *JCAP*, 02, 056. arXiv: 1808.07445

- J.-Ch. Hamilton et al. (2022) QUBIC I: Overview and Science Program. JCAP 034. doi:10.1088/1475-7516/2022/04/034
- Planck Collaboration. Planck 2018 results. V. CMB power spectra and likelihoods. *Astronomy and Astrophysics* 641. doi:10.1051/0004-6361/201936386
- Hu, W. & White, M. (1997) A CMB polarization primer. *New Astronomy*, 2, 323. doi:10.1016/S1384-1076(97)00022-5
- Kamionkowski, Kosowsky, Stebbins. Statistics of Cosmic Microwave Background Polarization. *Phys.Rev. D*55 (1997) 7368-7388
- Zaldarriaga, Seljak. (1997) An All-Sky Analysis of Polarization in the Microwave Background. *Physical Review D* 55 1830-1840
- Peebles, P. J. E. (1980) *The Large-Scale Structure of the Universe*. Princeton University Press
- Tegmark, M. et al. (2004) Cosmological parameters from SDSS and WMAP. *Phys. Rev. D* 69, 103501
- Kazin, E. et al. (2010) The Clustering of Luminous Red Galaxies at $z = 0.35$ in SDSS DR7. *Astrophys. J.* 710, 1444
- DESI Collaboration (2022). Early Data Release and Science Readiness of the Dark Energy Spectroscopic Instrument. arXiv:2205.10939.
- Eisenstein, D. & Hu, W. (1998). Baryonic Features in the Matter Transfer Function. *Astrophys. J.* 496, 605.
- Eisenstein, D. et al. (2005). Detection of the Baryon Acoustic Peak in the Large-Scale Correlation Function of SDSS Luminous Red Galaxies. *Astrophys. J.* 633, 560.
- Alam, S. et al. (2017). Final BAO results from SDSS-III BOSS galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 470, 2617.
- eBOSS Collaboration (2021). Completed SDSS-IV Extended Baryon Oscillation Spectroscopic Survey (eBOSS): Cosmological Implications. *Phys. Rev. D* 103, 083533)
- Kaiser, N. (1987). Clustering in real space and in redshift space. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 227, 1
- Hamilton, A. J. S. (1998). Linear Redshift Distortions: A Review. arXiv:astro-ph/9812062.
- Reid, B. et al. (2014). SDSS-III BOSS: Cosmological Constraints from the Full Shape of the Redshift-Space Clustering of DR11 CMASS Galaxies. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 444, 476.
- Zhao, G. et al. (2019). The clustering of galaxies in SDSS-IV eBOSS: measurement of the growth rate of structure with configuration-space clustering. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 482, 3497.
- Bartelmann, M. & Schneider, P. (2001). Weak gravitational lensing. *Phys. Rept.* 340, 291.
- Kilbinger, M. (2015). Cosmology with cosmic shear observations: a review. *Rep. Prog. Phys.* 78, 086901.

- Hildebrandt, H. et al. (2017). KiDS-450: Cosmological parameter constraints from tomographic weak gravitational lensing. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* 465, 1454.
- DES Collaboration (2021). Dark Energy Survey Year 3 Results: Cosmological Constraints from Galaxy Clustering and Weak Lensing. *Physical Review D* 105, 023520.
- Laureijs, R. et al. (2011). Euclid Definition Study Report, arXiv:1110.3193.
- LSST Science Collaboration (2009). LSST Science Book, Version 2.0. arXiv:0912.0201. SPHEREx: An All-Sky Near-Infrared Spectral Survey – SPHEREx Collaboration (2021, arXiv:2102.11271)

Digitally signed by MARTI Marcelo Adrian
Date: 2025.04.16 15:03:29 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Marcelo Marti
Secretario
Secretaría de Posgrado
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

Digitally signed by DURAN Guillermo Alfredo
Date: 2025.04.21 12:19:58 ART
Location: Ciudad Autónoma de Buenos Aires

Guillermo Alfredo Duran
Decano
Decanato
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales