PROGRAMA DE ASIGNATURA	
ASIGNATURA: Simetrías en Física	**AÑO:** 2024
CARACTER: Especialidad	**UBICACIÓN EN LA CARRERA:** 5° año 1° cuatrimestre
CARRERA: Licenciatura en Física	
REGIMEN: Cuatrimestral	**CARGA HORARIA:** 120 horas

FUNDAMENTACIÓN Y OBJETIVOS

El objetivo de este curso es dar una introducción elemental de grupos, con énfasis en grupos de Lie matriciales, y sus distintas aplicaciones en Física.

Las simetrías son un aspecto esencial en Física, y el modo en que emergen depende del área en cuestión (mecánica clásica, mecánica cuántica, teoría cuántica de campos, relatividad general). Esto puede sistematizarse con el studio de grupos y representaciones, perspectiva unificadora que habitualmente no se adopta en los estudios de grado y que se instrumenta en este curso.

CONTENIDO

Unidad I: Preliminares de Álgebra Lineal

Espacios tensoriales. Polinomio característico. Descomposición de Jordan. Sucesiones en M_n(F). Exponencial y logaritmo de matrices.

Unidad II: Grupos: conceptos básicos y ejemplos

Grupos, subgrupos, homomorfismos. Productos directos y cocientes. Grupos ortogonales. O(n): grupo de rotaciones en R^n. Componente conexa de la identidad. O(1; 3): el grupo de Lorentz. Grupos unitarios.

Unidad III: Acciones de Grupos

Conceptos básicos. Ejemplos de acciones: grupo Euclídeo, grupo de Poincaré, acciones de un grupo sobre sí mismo. Grupo de Möbius. Representaciones de grupos. Órbitas, grupos de isotropía y tensores invariantes.

Unidad IV: Grupos Matriciales de Lie

Definición de Matrix Lie Groups (MLG). Subgrupos monoparamétricos. Álgebras de Lie. Representaciones de grupos II: equivalencia de representaciones, representación adjunta. Exponencial y logaritmo en MLGs. La fórmula de Baker-Campbell-Hausdorff. Homomorfismos de grupos y álgebras de Lie.

Unidad V: Simetrías en Física No Relativista

Mecánica Clásica. Grupos de simetrías en sistemas mecánicos. El grupo Euclídeo E(3) y su álgebra de Lie. Momento lineal y angular. Simetrías involucrando el tiempo. El grupo de Galileo. Invariancia de escala. Vínculos y simetrías reducidas. SO(3) y cuerpos rígidos. Mecánica Cuántica: el grupo E(3) en Mecánica Cuántica; simetrías continuas y discretas.

Unidad VI: SU(2); SO(3); SL(2;C); SO(3; 1)o

El cubrimiento SU(2) a SO(3). Representaciones de grupos III: Complexificación de espacios vectoriales y álgebras de Lie reales; lemas de Schurr; el truco de Weyl. Representaciones irreducibles de SL(2;C): irreps de sl(2;C) como álgebra de Lie compleja, irreps de SU(2), irreps de SO(3): spin entero vs semi-entero, relación con armónicos esféricos, irreps de sl(2;C) como álgebras de Lie real. El cubrimiento de SL(2;C) a SO(1; 3)o. Irreps de so(3; 1).

Unidad VII: Espinores
Tensores sobre un espacio vectorial complejo. Espinores de Weyl. Transformación de la imagen del cielo ante boots y grupos de Möbius. Relación de espinores con tensores.

Unidad VIII: Campos Relativistas
El grupo de Poincaré y su álgebra de Lie. Generalización a dimensiones mayores. Rotaciones, traslaciones y boosts de campos tensoriales y espinoriales. Derivación histórica de las ecuaciones de Klein Gordon y de Dirac. Teoría Clásica de Campos.

Unidad IX: Simetrías en Teorías Relativistas
A. Simetrías del espacio-tiempo: simetría ante traslaciones; ejemplo: campo escalar real; simetría ante rotaciones y boosts. Dualidad campo - partícula: oscilador armónico en Mecánica Cuántica; el marco de Heisenberg; axiomas de Teoría Cuántica de Campos.
Simetrías internas globales. Teorema de Goldstone. Simetrías internas locales: invariancia global versus local, término cinético para el campo de gauge, grupos simples y semisimples, cromodinámica cuántica (QCD), electrodinámica cuántica (QED). Mecanismo de Higgs. Breve descripción del modelo estándar de física de partículas.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
Brian Hall, Lie Groups, Lie Algebras, and Representations, GTM, Springer (2003).

Brian Hall, Lie Groups, Lie Algebras, and Representations, segunda edición, GTM, Springer (2015).

Mikio Nakahara, Geometry, topology and physics (segunda edición, 2003) IoP.

S. Stemberg, Group theory and physics, CUP (1994).

Penrose, R. and Rindler, W., Spinors and Space-Time, Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511564048 (1984)

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
Cottingham, W., and Greenwood, D., An Introduction to the Standard Model of Particle Physics (2nd ed.). CUP (2007)
doi:10.1017/CBO9780511791406

F. Mandl and G. Shaw, Quantum Field Theory, 2nd Edition, Wiley (2010).

D. Tong, Quantum Field Theory, University of Cambridge Part III Mathematical Tripos, disponible en https://www.
damtp.cam.ac.uk/user/tong/qft.html

J. Stilweel, Naive Lie Theory, Springer (2008)

EVALUACIÓN

FORMAS DE EVALUACIÓN
Se asigna una lista de 70 problemas, de los que se corrige un subconjunto.

La aprobacióin de la materia es por medio de un examen final.

REGULARIDAD
Cumplir un mínimo de 70% de asistencia a clases teóricas, prácticas, o de laboratorio.

PROMOCIÓN

No se ofrece régimen de promoción

CORRELATIVIDADES

Para cursar: Electromagnetismo II, Mecánica, Métodos Matemáticos de la Física II, Mecánica Cuántica I (regularizada o aprobada)

Para rendir: Electromagnetismo II, Mecánica (aprobada)