

FI-144 Teoria de Grupos

PROGRAMA

Guillermo Cabrera

Sala B-225

Departamento de Física da Matéria Condensada

cabrera@ifi.unicamp.br

<http://www.ifi.unicamp.br/~cabrera/teaching/fi144.htm>

Primeiro semestre de 2016

P.R.: F-689 e F-789 Mecânica Quântica I e II da Graduação

“συμμετρία”

1 Objetivos

O curso proposto é uma introdução geral à Teoria de Representações de Grupos, com aplicações em Mecânica Quântica, incluindo exemplos para grupos finitos e contínuos. Os tópicos foram selecionados tentando abranger o espectro mais amplo de interesses e muitos deles são incompletos por limitações de tempo. O curso foi planejado para ser lecionado em um semestre letivo, o que impõe uma escolha sobre os tópicos finais. Talvez, mais que em outros cursos, os exercícios se integram como parte fundamental para o acompanhamento da disciplina. $\square$

2 Elementos de Teoria de Grupos

Group Theory for dummies. Definições, propriedades e exemplos. Tabelas de multiplicação, subgrupos invariantes, cogrupos e classes conjugadas. Teorema de Lagrange. Papel da simetria em Física, e em particular em Mecânica Quântica. 2 aulas $\square$

3 Grupos Pontuais

Elementos de simetria, projeção estereográfica. Grupos de ponto. Resumo dos 32 grupos cristalinos.

2 aulas $\square$

4 Teoria de Representações de Grupos Finitos

Operadores lineares, representações matriciais, caracteres. Lemas de Schur, relações de ortogonalidade, critérios de irreducibilidade. Tabela de caracteres, representação de produtos diretos. Séries de Clebsh-Gordan. 4 aulas □

5 Mecânica Quântica e Teoria de Grupos

Operadores unitários, operadores de Wigner. Grupo de Simetria do Hamiltoniano e degenerescência do seu espectro. Teoria de Perturbações independente do tempo. Teoria do campo cristalino. Perturbações dependentes do tempo. Interação da radiação com a matéria. Regras de seleção. 5 aulas □

6 Vibrações Moleculares

Modos normais de moléculas regulares e identificação dos modos vibracionais. Quantização dos modos vibracionais. Efeito Raman em moléculas. Tensor de polarização e regras de seleção. Modos Raman ativos. Exemplos elementares. 4 aulas □

7 Grupos Contínuos

Grupos de Lie, transformações infinitesimais, representações de grupos de Lie, integração invariante. O grupo de Rotações e Momento Angular. Sistemas acoplados e adição de Momento Angular. Coeficientes de Clebsh-Gordan. Teorema de Wigner-Eckart. O spin do elétron. Momento Angular semi-inteiro e Grupos Dobrados. Regras de Opechowski. Representações univalueadas e multivalueadas do grupo de Rotações em 3 dimensões. 4 aulas □

8 Simetria de Inversão Temporal

Operadores anti-unitários. Spin e Simetria de Inversão Temporal. Teorema de Kramers. O teste de Schur-Frobenius. 2 aulas □

9 O Grupo Simétrico

Grupos de permutações. Representações do Grupo Simétrico. *Diagramas* de Young, projetores, produtos externos. Partículas idênticas e Princípio de Pauli. O procedimento de Leinaas e Myrheim para o espaço de configuração de um sistema de partículas idênticas (tópico opcional). Spins idênticos e o Hamiltoniano de Heisenberg (tópico opcional). 4 aulas □

10 Multipletos Atômicos

Regras de Hund. Representações tensoriais do Grupo de Rotações. Acoplamento de Russell-Saunders ou $L - S$. Acoplamento $j - j$. Átomos leves e pesados. Multipletos atômicos. 4 aulas $\square$

11 Tópicos Avançados

Várias possibilidades para tópicos opcionais: Grupos Espaciais e Teoria de Estado Sólido; Simetrias Dinâmicas; outros. 7 aulas $\square$

12 Avaliação

A avaliação da disciplina será feita através de listas periódicas de exercícios. $\square$

13 Livros

- *Symmetry* de Hermann Weyl (Princeton University Press).
- * *Group Theory* de M. Hamermesch (Dover).
- * *Group Theory and Quantum Mechanics* de M. Tinkham (McGraw Hill).
- *Group Theory* de E. Wigner (Academic Press).
- *Group Theory in Quantum Mechanics* de V. Heine (Dover).
- *Group Theory and its Physical Applications* de L. M. Falicov (University of Chicago Press).
- *Symmetry Principles in Solid State and Molecular Physics* de Melvin Lax (Dover).
- *Symmetry in the Solid State* de R. S. Knox e A. Gold.
- $\diamond$ *Group Theory and its Applications in Physics*, T. Inui, Y. Tanabe e Y. Onodera (Springer-Verlag, Berlin, 1996).
- $\diamond$ *Symmetries in Physics*, second edition, W. Ludwig e C. Falter (Springer-Verlag, Berlin, 1996). $\square$