Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Ciências Físicas e Matemáticas
Departamento de Física

Nome da Disciplina: Teoria Clássica de Campos
Código da Disciplina: FSC 5510
Horas-Aula: 108 horas-aula
Pré-Requisito: Estrutura da Matéria I (FSC 5506), Mecânica Analítica (Física 5219) e Relatividade Restrita (FSC 5290)

Ementa

Grupo de Lorentz e as equações de onda relativísticas. Formalismo Lagrangiano para campos. Teorias de gauge não-Abelianas e as teorias de Weinberg-Salam, cromodinâmica e Grande Unificação. Quebra espontânea de simetrias globais e o teorema de Goldstone. Mecanismo de Higgs. Soluções topológicas em diferentes dimensões.

Programa

1. As equações de onda relativísticas e o formalismo Lagrangiano para campos.
   1.1 – O campo escalar e a equação de Klein-Gordon.
   1.2 – As equações de Maxwell no formalismo covariante, a simetria de gauge e a fixação de gauge.
   1.3 – Princípio variacional para campos
   1.4 – Teorema de Noether para campos e leis de conservação.
   1.5 – Ação para o campo escalar, para a teoria de Maxwell e a ação de Proca.
   1.6 – Simetria de translação e o tensor energia-momento.
   1.7 – Simetria global para a ação do campo escalar complexo.
   1.8 – Simetria de gauge e a ação da eletrodinâmica escalar.

2. Elementos da teoria de grupos e álgebras de Lie e o grupo de Lorentz.
   2.1 – Grupos de álgebras de Lie e suas representações.

      a) Definições e propriedades gerais de grupos e álgebras de Lie.
      b) Representações de grupos e álgebras Lie e os grupos $SU(2)$ e $SO(3)$

   2.2 – O espaço de Minkowiski quadridimensional, o grupo de Lorentz e suas representações.
      a) O espaço de Minkowiski e o grupo de Lorentz.
      b) O spin e as representações do grupo de Lorentz.
      c) Álgebra de Clifford, espinores de Weyl, Dirac e Majorana e a equação de Dirac.

   2.3 – Ação para campos espinoriais e interações com o campo eletromagnético e escalar.

3. Teorias de gauge não-Abelianas.
   3.1 – Simetrias globais não-Abelianas.
   3.2 – Simetrias de gauge não-Abelias e a Teoria de Yang-Mills-Higgs com grupo de gauge arbitrário:
      a) Campo de Higgs em representação arbitrária.
      b) Campo de Higgs na representação adjunta.

3.3 – O grupo de gauge $SU(2) \times U(1)$ e a teoria de Weinberg-Salam.
3.4 – O grupo de gauge $SU(3)$ e a cromodinâmica.

4. Quebra espontânea de simetrias globais e o teorema de Goldstone.
   4.1 – Quebra espontânea de simetrias discretas globais.
   4.2 – Quebra espontânea de simetrias. Abelianas globais.
   4.3 – Quebra espontânea de simetrias não-Abelianas globais.

5. Mecanismo de Higgs: quebra espontânea de simetrias de gauge.
   5.1 – Mecanismo de Higgs na teoria de Higgs Abeliana e a supercondutividade.
   5.2 – Mecanismo de Higgs em teorias de Yang-Mills-Higgs.
   5.3 – Mecanismo de Higgs no setor bosônico da teoria de Weinberg-Salam.
   5.4 – Massa para espinores devido ao mecanismo de Higgs.
   5.5 – A teoria de Grande Unificação $SU(5)$.

6. Soluções topológicas
   6.1 – Soluções topológicas para $d = 2$.
      a) Kinks na teoria Φ^4.
      b) Sólitons na teoria de sine-Gordon.
   6.2 – Soluções topológicas para $d > 2$.
      a) Vórtices e tubos de fluxo.
      b) Monopolos.

Bibliografia

Livros-textos:

1. V. Rubakov, "Classical theory of gauge fields", Princeton University Press.

2. L. Ryder, "Quantum field theory", 2ª edição, Cambridge University Press.

3. Bailin e Love, "Introduction to gauge field theory" (edição revisada), Taylor and Francis Group.

Textos complementares:

1. P. Ramond, "Field theory – a modern primer", 2ª edição, The Benjamin/Cummings Publishing Company.

2. Cheng e Li, "Gauge theory of elementary particle physics", Oxford University Press.

3. Manton e Sutcliffe, "Topological solitons", Cambridge University Press.

4. Rajaraman, "Solitons and instantons", Elsevier.

5. S. Coleman, "Aspects of symmetry", Cambridge University Press.