



**Ciências  
ULisboa**

## Física Atómica e de Plasmas

Código: 431199

Ano Letivo: 2015/16

Departamento: Física

ECTS:

Carga horária:

Área Científica: Ciências Físicas;

### Objetivos da Unidade Curricular

Toda a matéria é constituída por átomos simples ou em associações mais ou menos estruturadas. A Física Atómica é uma disciplina fundamental para a compreensão do comportamento da matéria nos seus vários estados físicos. O Plasma é o estado em que se encontra cerca de 99 % da matéria visível que compõe o nosso Universo e em determinadas condições laboratoriais controladas é possível fazer a sua manipulação e encontrar aplicações industriais. A Física de Plasmas é uma área de estudos multidisciplinar pois exige o recurso sistemático a conhecimentos de outras áreas científicas (vide precedências recomendadas). Neste curso pretende-se fornecer os fundamentos teóricos e as ferramentas matemáticas para estudar os átomos, os processos atómicos e as suas interação com campos locais e externos. Dado o carácter interdisciplinar desta unidade curricular, os alunos terão uma oportunidade única de trabalhar em conjunto vários ramos da Física de uma forma orgânica e consistente.

### Pré-requisitos

- Eletromagnetismo (34712)
- Termodinâmica e Teoria Cinética (34723)
- Ondas e Ótica (34728)
- Mecânica Quântica (34731)

### Conteúdos

Átomos com um electrão. Átomos multieletrónicos. Espectros e espectroscopia atómica de emissão e de absorção. Acção de campos eléctricos e magnéticos externos. Função distribuição de Maxwell, a equação de Saha, a equação de Boltzmann e a função de Planck. Equilíbrio termodinâmico e equilíbrio termodinâmico local (LTE). Modos de confinamento das partículas com carga eléctrica. Modelos utilizados para estudar os meios ionizados. Geração e propagação de ondas nos meios ionizados.

### Descrição detalhada dos conteúdos programáticos

#### Componente Teórica

Física Atómica

1. Espectros atómicos e modelo de Bohr.
2. Átomos com um electrão: equação de Schrödinger, momento angular, funções de onda radiais, densidade de probabilidade, estrutura fina, experiência de Lamb e Retherford, estrutura hiperfina e desvios isotópicos, átomos muónicos.

3. Espectros de alcalinos: levantamento da degenerescência orbital, radiação X, espectroscopia de fotoelectrões, radiação de sincrotrão.
4. Átomos multielectrónicos: sistemas de partículas idênticas, aproximação do campo central, antisimetria da função de onda, acoplamentos LS e jj.
5. Acção de campos magnéticos externos: efeito de Zeeman, efeito de Paschen-Back, ressonância de Spin do electrão, termo quadrático da energia electromagnética.

#### Física de Plasmas

1. Definição de plasma: caracterização qualitativa e matemática, modelos utilizados para estudar os plasmas, tipos de plasmas e como se obtêm, tipos de confinamento.
2. A função distribuição de Maxwell, a equação de Saha, a equação de Boltzmann e a função de Planck. Equilíbrio termodinâmico e equilíbrio termodinâmico local (LTE). Revisão dos conceitos de Temperatura e Calor.
3. Movimento de uma partícula em campos eléctricos e magnéticos: constantes e uniformes e em campos variáveis no tempo, efeitos de anisotropia e curvatura dos campos, introdução do conceito de centro guia, introdução do conceito de velocidade de deriva: deriva EXB, deriva gravitacional, deriva de gradiente, deriva de curvatura, deriva toroidal e deriva de polarização.
4. Confinamento magnético linear: os espelhos magnéticos e as cinturas de Van Allen. Confinamento magnético toroidal: o Tokamak e o Stellarator.
5. Estudo/descrição do Plasma como um fluido. As equações de continuidade, momento e conservação de energia. As equações de Maxwell e a Lei de Ohm Generalizada. Aproximação MHD e MHD ideal - condições. O confinamento magnético revisitado. O Efeito Pinch e as instabilidades causadas pelas anisotropias do campo magnético: sausage e kink (breve referência).
6. Estudo/modelização do plasma com base na teoria cinética. O espaço das fases. A equação de Liouville, a equação de Fokker-Planck e a equação de Vlasov. A hierarquia BBGKY. Descrição microscópica e macroscópica do plasma: truncagem da hierarquia BBGKY e a média estatística das variáveis microscópicas (statistical averaging).
7. Geração e propagação de ondas em plasmas.

#### **Componente Teórica-Prática**

Resolução de exercícios de aplicação para cada item supracitado.

#### **Componente Prática**

A Física Atómica não tem.

A Física de Plasmas terá uma componente laboratorial mas de carácter demonstrativo.

## Bibliografia

### Recomendada

**B. H. Bransden e C. J. Joachain** *Physics of Atoms and Molecules* 1983.

H. Haken e H. C. Wolf, *Atomic and Quantum Physics*, 1988.

M. Weissbluth, *Molecular Vibrations, Atoms and Molecules*, 1978, Ed. Bright Wilson, 1980.

Introdução à Física Atômica e Nuclear (Vol. 1), L. Salgueiro e J. Gomes Ferreira, Escolar Ed., 1970

Handbook of X-Ray Data, G. Zschornack, Springer, 2007

Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion (Vol. 1), Francis F. Chen, Plenum Press ed., 1984

Plasma Physics: an Introduction to Laboratory, Space and Fusion Plasmas, A. Piel, Springer ed., 2010

Transport Processes in Plasmas (Vol.1) - Classical Transport, R. Balescu, North-Holland ed., 1988

Introduction to Plasma Theory, Dwight R. Nicholson, John Wiley & Sons ed., 1983

### Outros elementos de estudo

Resumos e Apontamentos fornecidos nas aulas.

## Métodos de Avaliação

Um trabalho escrito de 15 páginas (máx.) com apresentação oral de 15 min (30 %).

Exame final escrito (70 %).

## Língua de ensino

Português e Inglês