

Física Moderna 1 - 2^o semestre/2010

Professor: Fernando Silveira Navarra *

Monitores: Denise Godoy[†], Erike Cazaroto[‡], Karine Piacentini[§]

O objetivo desta disciplina é apresentar os desenvolvimentos da Física ocorridos basicamente ao longo dos primeiros 30 anos século passado.

Será traçado logo no início das aulas um breve panorama (≈ 2 aulas) da Física em fins do século passado; isso objetiva delimitar o cenário conceitual dessa época e apresentar os fenômenos que a Física tinha dificuldades em entender com os conceitos então disponíveis. Descreve-se assim, em linhas gerais, o ponto de partida da nossa caminhada. Após uma breve discussão da radiação térmica e do problema do corpo negro (≈ 2 aulas), apresentaremos as evidências que levaram ao entendimento do caráter dual (onda/partícula) da matéria e da radiação (um total de ≈ 8 aulas divididas em dois blocos); diversos fenômenos e conceitos novos, surpresas totais dentro do quadro da física pré século XX, serão aqui estudados. O modelo atômico de Bohr e a velha mecânica quântica serão o objeto de aproximadamente 3 aulas adicionais (este assunto será inserido antes da discussão das propriedades ondulatórias da matéria); a seguir, trataremos de apresentar a mecânica ondulatória de Schrödinger e fazer algumas aplicações a sistemas idealizados simples (≈ 8 aulas). Encerrando a ementa, o átomo de hidrogênio será descrito usando essa nova mecânica quântica (≈ 3 aulas).

Mesmo considerando que grande parte do material a ser coberto nesta disciplina foi resultado das três primeiras décadas “mágicas” do século passado, será tentado, dentro do possível, apresentar e discutir exemplos recentes de aplicação desses resultados.

1 Programa

1. Um panorama da Física cem anos atrás.
2. A radiação térmica e a hipótese de Planck.
3. Propriedades corpusculares da radiação eletromagnética - fótons.
 - a) Efeito fotoelétrico.
 - b) Efeito Compton.
 - c) Produção e aniquilação de pares.
4. Modelos do átomo.
 - a) Modelo de Thomson.
 - b) A carga elementar - experiência de Milikan.
 - c) Experiência de Rutherford.
 - d) Modelo de Bohr.
5. Propriedades ondulatórias da matéria - o postulado de de Broglie.
 - a) Difração de elétrons.
 - b) Difração de Bragg.
 - c) Princípio da incerteza de Heisenberg.
 - d) Princípio da complementaridade de Bohr.
6. A equação de Schrödinger.
 - a) Autofunções.
 - b) Valores esperados.
 - c) Potenciais nulo, degrau e poço quadrado.
7. O átomo de hidrogênio.

*e-mail: navarra@if.usp.br

[†]e-mail: denise.m.godoy@gmail.com

[‡]e-mail: cazaroto@if.usp.br

[§]e-mail: karinepcc@gmail.com

2 Desenvolvimento do programa

A apresentação do conteúdo da disciplina de Física Moderna 1 foi organizada da seguinte forma:

1. Duas aulas onde a matéria será apresentada, incluindo-se aqui alguns exemplos e aplicações simples.
2. **Não** haverá uma aula específica de exercícios mas serão distribuídas listas contendo exercícios cuja resolução é importante para entender/acompanhar o desenrolar da disciplina. Essas listas **não** precisarão ser entregues para efeito de nota, mas:
 - Uma fração dos problemas/questões das provas será baseada nessas listas.
 - Periodicamente, um aluno será sorteado para resolver durante a aula algum problema/questão da lista. A essa atividade será atribuída uma nota δ , cujos valores possíveis são 0, 0.5, ou 1, a ser acrescentada à nota final.

3 Créditos-Trabalho

Além dos créditos ligados às aulas semanais, a disciplina prevê a atribuição de dois créditos-trabalho (CT). Às atividades ligadas aos créditos-trabalho, será atribuída uma nota (N_{CT}). As atividades relacionadas aos créditos-trabalho serão disponibilizadas no transcorrer da disciplina e serão entregues aos alunos pelo professor nas aulas de quinta-feira.

- Prazo para entrega das atividades: 1 semana (em atividades mais extensas, o prazo poderá ser revisito).

4 Horários da Monitoria

- Terça-feira: 18:00 - 19:00
- Quinta-feira: 18:00 - 19:00

5 Critério de Avaliação

1. Três provas
DATAS: 13/09, 25/10 e 06/12.

2. Prova substitutiva envolvendo toda a matéria (**Fechada!**)

DATA: 09/12.

3. Critério de aprovação:
 $0.85\text{Media}_{\text{provas}} + 0.15N_{CT} + \delta \geq 5$

6 Stoa/Moodle

A disciplina está cadastrada no “Moodle do Stoa”, **Física Moderna I (2010, Fernando Navarra)**.

Trata-se de um ambiente online para apoio nas disciplinas da USP, que será utilizado para disponibilizar arquivos, fazer notificações, manter calendários, etc.

7 Bibliografia

Serão utilizados os seguintes textos:

1. R. Eisberg e R. Resnick, *Física Quântica* (Editora Campus, 4ª edição, 1986).

Contém toda a matéria a ser apresentada, mas a discussão é, por vezes, bastante extensa. Vantagem: há vários na Biblioteca do IFUSP; outra vantagem é que existe em português.

2. S.T. Thorton e A. Rex, *Modern Physics for Scientists and Engineers* (Saunders College Publishing, 2nd. edition, 2000).

É um livro relativamente recente, atualizado e aborda, sem se alongar em excesso, os diversos aspectos da ementa da disciplina. Vários fatos e desenvolvimentos recentes são discutidos/mencionados nesse texto ao longo dos capítulos ou em seções de “tópicos especiais” (e.g. supercondutividade em altas temperaturas, a descoberta de novos elementos ou ainda descoberta quark top), além de ter varias seções dedicadas a aspectos aplicados da física moderna. Existe apenas em inglês, o que pode ser um problema.

3. Textos adicionais:

- a) R. A. Serway, C. J. Moses, C. A. Moyer, *Modern Physics* (Saunders College Publishing, 2nd. Edition, 1999).

Comentários de mesmo teor aos efetuados sobre o T-Rex.

- b) F. Caruso e V. Oguri, *Física Moderna: origens clássicas e fundamentos quânticos* (Editora Campus, 2006).
Um livro muito bem feito, com longas discussões conceituais e um forte viés histórico. Em muitos momentos é bem mais avançado do que o pretendido para a disciplina Física Moderna I, mas é uma leitura agradável.
- c) S. Brandt and H. D. Dahmen, *The picture book of quantum mechanics* (Springer Verlag, 1995).
Trata-se de um texto que, paralelamente a uma apresentação bastante sumária da mecânica quântica, contém - fazendo juz ao nome - inúmeras figuras ilustrativas com o objetivo declarado de “educar a intuição” do leitor no entendimento dos fenômenos quânticos. Este texto talvez seja considerado desnecessário em um mundo de fácil acesso à internet e a pacotes gráficos, mas creio que ainda mantém sua utilidade.
- d) S. Tomonaga, *Quantum Mechanics* (North-Holland 1968).
Mesmo considerando que o nível e extensão do tratamento adotado neste livro estão bem acima daquele que será utilizado na disciplina, é uma leitura útil por conter muitas discussões interessantes sobre o desenvolvimento da mecânica quântica e do conflito conceitual enfrentado pela física clássica.
- e) Podem também ser consultados, como leitura preliminar, os capítulos de física moderna dos vários textos de física básica (por ex. P. A. Tipler, *Física* (3ª edição) ou D. Halliday, R. Resnick e K. S. Krane, *Física* (4ª edição)). N.B. a apresentação dos tópicos de física moderna nesses textos é feita em um nível bastante introdutório.
- d) N. Bohr, *Física atômica e conhecimento humano*, (Contraponto Editora, 1995).
- e) G. Gamow, *O incrível mundo da física moderna*, (IBRASA, 1980).
- f) M. H. Shamos, *Great experiments in physics*, (Dover Publ., 1987).

4. Leituras recomendadas:

- a) A. Pais, *Inward Bound* (Oxford University Press, 1986).
- b) A. Pais, “*Sutil é o Senhor...*” *A ciência e a vida de Albert Einstein* (Editora Nova Fronteira, 1995).
- c) W. Heisenberg, *A parte e o todo*, (Contraponto Editora, 1996).