F602 - ELETROMAGNETISMO II

Turma C 2o sem. 2010

Márcio José Menon
Departamento de Raios Cósmicos e Cronologia (DRCC)
Prédio A1, Laboratório Cesar Lattes, sala 209

Ementa (Catálogo UNICAMP - 2010): Equações de Maxwell. Propagação de Ondas Eletromagnéticas. Reflexão. Refração. Guias de onda. Radiação. Antenas.

1. PROGRAMA

0. Indução Eletromagnética
1) Conceito Básico: Força Eletromotriz
2) Lei Empírica de Faraday e Lenz
3) Indutância
4) Energia Magnética

I. Equações de Maxwell
1) Revisão de Alguns Conceitos Matemáticos Básicos
2) Equação de Ampère-Maxwell
3) Equações de Maxwell no Vácuo
4) Equações de Maxwell em Meios Materiais
5) Condições de Contorno na Interface de Dois Meios

II. Leis de Conservação
1) Introdução: Leis de Conservação Locais
2) Conservação da Carga
3) Conservação da Energia
4) Conservação do Momento
5) Resumo

III. Ondas Eletromagnéticas no Espaço Livre
1) Conceitos Básicos: Ondas - Propriedades Gerais
2) Equação de Onda para os Campos Elétrico e Magnético
3) Ondas Eletromagnéticas Planas Monocromáticas
4) Energia e Momento nas Ondas Eletromagnéticas

IV. Ondas Eletromagnéticas em Meios Materiais
1) Meios Lineares e Plano Geral
2) Meios Não Condutores Lineares - Reflexão e Transmissão
3) Meios Condutores Lineares - Absorção
4) Dispersão Óptica em Meios Materiais
5) Guias de Ondas

V. Potenciais e Campos
1) Invariância de Calibre
2) Carga Puntual
3) Fontes Localizadas de Cargas - Antenas

VI. Radiação
1) Conceito e Definição de Radiação
2) Distribuições Localizadas de Cargas e Correntes
3) Reação de Radiação

2. BIBLIOGRAFIA

2.1 Referência principal

- David J. Griffiths, *Introduction to Electrodynamics*, 3rd edition (Person Education, New Jersey, 1999), capítulos 7 a 11; [Instructor's Solutions Manual] $\{SI\}$.

2.2 Referências complementares

- John R. Reitz, Frederick J. Milford, Robert W. Christy *Fundamentos da Teoria Eletromagnética* (Campus, Rio de Janeiro, 1982) $\{SI\}$.
- Kleber D. Machado, *Teoria do Eletromagnetismo*, Volumes II e III (Editora UEPG, Ponta Grossa, 2006) $\{SI\}$
- H.M. Nussenzveig, *Curso de Física Básica*, Volumes 3 e 4 (Edgard Blücher, São Paulo, 1997) $\{SI\}$
- E.M. Purcell, *Eletricidade e Magnetismo*, Curso de Física de Berkeley, Volume 2 (Edgard Blücher, São Paulo, 1973) $\{SG\}$
- F.S. Crawford, *Waves*, Curso de Física de Berkeley, Volume 3 (MacGraw-Hill, New York, 1975) $\{SG\}$
- John D. Jackson, *Eletrodinâmica Clássica*, 2a. edição (Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1983) $\{SG\}$.
- E. Hecht, *Optics*, 3rd edition (Addison-Wesley, 1998).
- Mark A. Heald, Jerry B. Marion *Classical Electromagnetic Radiation*, 3rd edition (Saunders, New York, 1995) $\{SG\}$.
- Jorge I. Cisneros *Ondas Eletromagnéticas - Fundamentos e Aplicações* (Editora da Unicamp, Campinas, 2001) $\{SI\}$.

2.3 Referências históricas:

- Edmund Whittaker, *A History of the Theories of Aether & Electricity*, V. 1 and 2 (Dover, New York, 1989).
- G. Gamow, *Biography of Physics* (Harper, 1961).

3. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

3.1 Avaliações

- Três provas escritas (sem consulta), P_i, $i = 1, 2, 3$ (2 horas, 4 questões);
- Um trabalho *opcional* T (escrito, em grupo de até 3 alunos);
- Um exame final E.

- Trabalho

- Tema

Escolhido entre os seguintes:

Interferência e Coerência

Difração Óptica

Física dos Aceleradores de Partículas

Física dos Plasmas

Radiação Cerenkov

Radiação Síncrotron

Óptica de Filmes Finos

Monopolos Magnéticos

Aplicações do Eletromagnetismo em Física Médica

- Estrutura

Título, autores (nome, RA), resumo, introdução/motivação, desenvolvimento do tema (seções, subseções,...), conclusões e referências (*explícitas a autores e obras*). O texto pode ser compuscrito ou manuscrito (letra boa).

- Nível

Texto que possibilite aos colegas de classe compreender e assimilar o assunto tratado.

- Referências básicas (*mínimas*)

Bibliografia - ítem 2.

3.2 Aproveitamento e Nota Final

- Aproveitamento:

$$A = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} \qquad \text{ou} \qquad A = \frac{2(P_1 + P_2 + P_3) + T}{7}$$

- Nota Final:

$$N_f = \frac{A + E}{2}$$

3.3 Critérios de Aprovação

- Se $A \geq 7,0$ o exame é opcional.

- No exame, com 3 horas de duração (AH1), serão formuladas 5 questões e deverão ser respondidas 4 (AH2). Se a nota do exame for maior que a nota de uma das três provas, haverá substituição da nota da prova pela nota do exame (AH3). Desse modo o exame tem a função de uma prova substitutiva, em especial no caso de não realização de alguma das provas, *por qualquer motivo*.

- A nota final N_f será recalculada como acima, selecionando-se o maior valor (AH5), com o seguinte critério numérico final para aprovação:

$$\text{Se } N_f \geq 4,95 \rightarrow N_f \geq 5,0 \rightarrow \text{aprovado}$$

$$\text{Se } N_f \leq 4,94 \rightarrow N_f \leq 4,9 \rightarrow \text{reprovado}$$

- Mesmo dispensado, se alguém realizar o exame e a nota do exame for superior à nota de uma das provas, haverá substituição da nota da prova pela nota do exame, não sendo levado em conta o exame.

- Importante: O critério de aprovação é exatamente o mesmo para todos, *sem nenhuma excessão*.

3.4 Datas das Avaliações

P_1: 9 de setembro (quinta) - 11a. aula (10 aulas)

P_2: 21 de outubro (quinta) - 22a. aula (10 aulas)

P_3: 7 de dezembro (terça) - 33a. aula (10 aulas)

T: Data final para entrega do trabalho escrito: 26 de novembro (sexta)

E: 16 de dezembro (quinta)

As datas das provas foram distribuídas *uniformemente* ao longo do semestre e de acordo com a sequência da matéria a ser ministrada. Essas datas *não serão alteradas*.

4. ORGANIZAÇÃO GERAL

- Horário das aulas: terças e quintas das 10:00 às 11:45.

- As aulas serão ministradas através de slides (2 primeiros capítulos) e quadro negro e seguirão um índice de assuntos (capítulos, seções, sub-seções, etc...), de acordo com o programa e referência principal, incluindo complementos sobre alguns tópicos (referências complementares).

- Para cada capítulo haverá uma lista de Questões Propostas (problemas, exercícios, questões conceituais, demonstrações). As provas e exame serão baseadas nessas listas.

- Os índices e questões propostas de cada capítulo serão entregues aos alunos antes de os assuntos serem discutidos em aula, permitindo um primeiro contato geral com o que será tratado em cada aula.

- Após a realização de cada prova, a resolução *completa e detalhada* estará disponível na Biblioteca para consulta (até a data da prova seguinte ou do exame). É pedagogicamente importante a consulta da resolução logo em seguida à realização da prova.

- As notas serão divulgadas no dia seguinte à realização das avaliações, salvo imprevistos. Eventuais dúvidas a respeito de correção serão atendidas *somente até quinze dias após a divulgação das notas*. Nesse caso, é fundamental que, antes do atendimento, a resolução da prova seja consultada em detalhe na biblioteca. *Antes do atendimento de dúvidas a respeito da correção, será solicitado aos alunos que obtiveram nota inferior a* $8,0$ *a resolução de uma das questões da prova*.

- Serão reservadas quatro horas por semana para atendimento de dúvidas gerais e, em particular, sobre as questões propostas. Horário:

terças e quintas das 12:30 às 14:30 hs (DRCC, sala 209)

- Fora do horário acima e do horário de aula *não* haverá atendimento, *mesmo em vésperas de avaliações*.

5. COMENTÁRIOS E SUGESTÕES

- Este texto trata da organização geral do curso. *Será importante tê-lo sempre à mão*.

- Reservar um caderno para anotações de aula (comentários sobre slides e quadro negro).

- Com base no programa, índice, questões propostas e referência principal, realizar uma leitura geral de cada assunto (sem se ater a detalhes), *antes de ser discutido em aula*. Durante a aula prestar mais atenção aos pontos que pareceram obscuros na leitura geral. Em caso de dúvida, pergunte durante a aula, ou depois da aula, ou no horário de atendimento. Após a aula, tentar resolver as questões propostas de cada assunto tratado (as questões seguem a mesma ordem do índice de cada capítulo). Em caso de dúvidas, perguntar no final da aula seguinte ou no horário de atendimento, *na mesma semana*.

- Manter a matéria e resolução das questões *em dia*. Não deixar para resolver as questões em vésperas de provas.

- Para esta matéria sugere-se, em média, *8 horas de estudo por semana*, fora do horário de aula.

- Muitas das dificuldades encontradas pelos alunos em disciplinas do curso profissional estão associadas à não assimilação de alguns conceitos e técnicas tratadas no curso básico de física e de matemática. *Estarei à disposição para atender qualquer dúvida dessa natureza*.

- Três citações:

"A filosofia encontra-se escrita neste grande livro que continuamente se abre perante nossos olhos (isto é, o universo), que não se pode compreender antes de entender a língua e conhecer os caracteres com os quais está escrito. Ele está escrito em **língua matemática**, os caracteres são triângulos, circunferências e outras figuras geométricas, sem cujos meios é impossível entender humanamente as palavras; **sem eles nós vagamos perdidos dentro de um obscuro labirinto**."

O Ensaiador, Galileu Galilei, 1623 ("Os Pensadores", Nova Cultura, 1987)

"Para entender uma coisa é preciso deixar que ela flua na gente e não que passe, como um rio passa pela frente da gente."

Quarup, Antônio Callado (Civilização Brasileira, 1977)

"Tudo leva mais tempo do que o tempo que temos disponível."

(interpretação popular da Lei de Murphy)

UNICAMP, 3 de agosto de 2010

Márcio José Menon