F502 - ELETROMAGNETISMO I

Turma A 1o sem. 2010

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

Ementa (catálogo UNICAMP 2010): Campos eletrostáticos no vácuo e em materiais dielétricos. Resolução das equações de Poisson e de Laplace. Campos magnéticos, correntes estacionárias e materiais não magnéticos. Força eletromotriz induzida e energia magnética. Materiais magnéticos.

I. PROGRAMA

0. Introdução Geral
- 0.1 Breve Panorama Histórico
- 0.2 Sistemas de Unidades
- 0.3 Notações
- 0.4 Comentários

1. **Análise Vetorial (Revisão)**
   - 1.1 Álgebra Vetorial
   - 1.2 Cálculo Diferencial
   - 1.3 Cálculo Integral
   - 1.4 Coordenadas Curvilíneas
   - 1.5 Distribuição Delta de Dirac
   - 1.6 Teoria de Campos Vetoriais e Escalares
2. **Eletrostática**
   - 2.1 Campo Elétrico
   - 2.2 Divergência e Rotacional de Campos Eletrostáticos
   - 2.3 Potencial Elétrico
   - 2.4 Trabalho e Energia em Eletrostática
   - 2.5 Condutores
3. **Solução de Problemas Eletrostáticos - Técnicas Especiais**
   - 3.1 Equação de Laplace
   - 3.2 Método de Imagens
   - 3.3 Separação de Variáveis
   - 3.4 Expansão Multipolar
4. **Campos Elétricos na Matéria**
   - 4.1 Polarização
   - 4.2 Campo de um Objeto Polarizado
   - 4.3 Campo Auxiliar Deslocamento Elétrico
   - 4.4 Dielétricos Lineares

5. **Corrente Elétrica**
   5.1 Conceito Básico
   5.2 Densidades de Corrente
   5.3 Corrrente e Fluxo da Densidade Volumétrica de Corrente
   5.4 Equação da Continuidade
   5.5 Correntes Estacionárias
   5.6 Corrente Elétrica em Circuitos

6. **Magnetostática**
   6.1 Conceito de Campo Magnético
   6.2 Lei de Força de Lorentz
   6.3 Lei de Biot-Savart
   6.4 Divergência e Rotacional de Campos Magnetostáticos
   6.5 Potencial Vetor Magnético

7. **Campos Magnéticos na Matéria**
   7.1 Magnetização
   7.2 Campo de um Objeto Magnetizado
   7.3 Campo Auxiliar Magnético
   7.4 Meios Lineares e Nãolineares

8. **Indução Eletromagnética**
   8.1 Lei de Faraday-Lenz
   8.2 Indutância
   8.3 Energia em Campos Magnéticos
   8.4 Lei de Ampère-Maxwell

II. BIBLIOGRAFIA

- Referência Principal:

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

- Referências Complementares (básico para avançado):

- Edward M. Purcel, *Eletricidade e Magnetismo*, Curso de Física de Berkeley, Vol. 2 (Edgard Blucher, São Paulo, 1973) $\{SG\}$.

- 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 1 e 2 (Editora UEPG, Ponta Grossa, 2000)$\{SI\}$.

- Mark A. Heald, Jerry B. Marion *Classical Electromagnetic Radiation*, 3rd edition (Saunders, New York, 1995)$\{SG\}$.

- John D. Jackson, *Eletrodinâmica Clássica*, 2a. edição (Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1983) $\{SG\}$.

- 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).
- C.C. Silva, *Da Força ao Tensor: Evolução do Conceito Físico e da Representação Matemática do Campo Eletromagnético*, Tese de Doutorado, IFGW - UNICAMP, 2002 (http://webbif.ifi.unicamp.br/teses).
- M.J. Menon, *Sobre as origens das definições dos produtos escalar e vetorial*, Revista Brasileira de Ensino de Física, V. 31, n. 2, 2305 (2009) (www.sbfisica.org.br).

III. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

• 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) e um exame final E.

Temas para o trabalho:
- Bases Experimentais das Equações de Maxwell
- Método das Imagens: Fundamentos e Aplicações
- Aplicações do Eletromagnetismo em Física Médica
- Circuitos Elétricos - Correntes que Variam Lentamente
- Propriedades Eletromagnéticas de Plasmas
- Propriedades Eletromagnéticas de Supercondutores

Estrutura: Título, autores (nome, RA), resumo, introdução, tema central (seções, subseções), conclusões e referências. O texto pode ser editado ou escrito/montado à mão (boa letra).

• 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:

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

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 para aprovação:

$$\text{Se } N_f \geq 4,95 \rightarrow N_f \geq 5,0 \rightarrow \text{aprovado}$$
$$\text{Se } N_f \leq 4,94 \rightarrow N_f \leq 4,9 \rightarrow \text{reprovado}$$

Observação: mesmo dispensado, se alguém realizar o exame e a nota 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*.

• Datas das Avaliações:

P_1: 15 de abril (quinta feira) - 11a. aula (10 aulas)

P_2: 25 de maio (terça feira) - 22a. aula (10 aulas)

P_3: 1 de julho (quinta feira) - 32a. aula (9 aulas)

T: Data final para entrega do trabalho escrito: 25 de junho (sexta feira).

E: 13 de julho (terça feira)

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*.

IV. ORGANIZAÇÃO GERAL

- Horário das aulas: terças e quintas das 8:00 às 9:45.

- Teremos 32 aulas (2 a mais que a carga horária do curso - 60 horas/aula). Por motivo de viagem, dias 23 e 25 de março não haverá aula.

- As aulas serão ministradas através de transparências 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.

- Após a realização de cada prova, a resolução completa 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*, fora do horário das aulas, 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 desse horário e do horário de aula *não* haverá atendimento, *mesmo em vésperas de avaliações*.

V. 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 de transparências e quadro negro).

- Com base no programa 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 após a aula ou no horário de atendimento. Após a aula, tentar resolver as questões propostas de cada assunto tratado. Em caso de dúvidas, perguntar no final da aula seguinte ou no horário de atendimento, *na mesma semana* (as questões seguem a mesma ordem do índice de cada capítulo).

- 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 (e mesmo no curso médio). *Estarei à disposição para atender qualquer dúvida dessa natureza*.

UNICAMP, 2 de março de 2010

Márcio José Menon

"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)