



universidade
de aveiro

departamento de física

MECÂNICA E CAMPO ELETROMAGNÉTICO

ano letivo 2023/2024

A. Informação Genérica.....	2
B. Objetivos e competências	2
C. Conteúdos programáticos	2
D. Metodologia	4
E. Avaliação	5
F. Docentes	7
G. Planificação Geral	8

A. INFORMAÇÃO GENÉRICA

Ano letivo: 2023/2024

Ciclo / Ano Curricular / Semestre: 1º / 2º / 1º

Área Científica: Física

Escolaridade Semanal: 2 h teóricas (T) + 2 h teórico-práticas (TP) + 2 h prática (PL)

ECTS: 6,0

B. OBJETIVOS E COMPETÊNCIAS

A Unidade Curricular de Mecânica e Campo Eletromagnético tem como objetivo proporcionar o estudo de sistemas mecânicos e elétricos descritos pelos mesmos modelos físicos.

Na primeira parte do programa, serão revistos alguns dos conceitos de mecânica clássica, a fim de estabelecer o formalismo e os princípios necessários à interpretação de qualquer sistema físico. Será abordada a descrição do movimento de corpos indeformáveis e suas relações com as forças atuantes.

Dada a importância dos movimentos harmónicos como modelos exatos ou aproximados para muitos dos problemas de física e engenharia, serão discutidas as propriedades do movimento harmónico nas situações em que o movimento é simples ou forçado. Será também abordado o acoplamento de osciladores.

Seguir-se-á o estudo dos fenómenos de interação entre cargas elétricas em regime estacionário, do campo magnético e do fenómeno da indução, tendo em atenção a interpretação física dos mesmos. Finalmente, serão abordados, de forma introdutória, fenómenos ondulatórios.

Pretende-se conferir competências que permitam aos alunos aplicar, em situações diversas, os fundamentos da mecânica clássica, identificando e relacionando corretamente as grandezas físicas envolvidas. Aplicar a análise dimensional para identificar grandezas que possam descrever o comportamento de um dado sistema e fazer previsões sobre a relação entre as mesmas. Identificar modelos matemáticos simples comuns na descrição e interpretação de diferentes sistemas físicos, em particular sistemas mecânicos e elétricos. Saber adquirir resultados experimentais que representam com precisão os processos físicos que ocorrem na experiência. Interpretação, à luz dos conceitos gerais de sistemas elétricos, as grandezas físicas obtidas e a sua validação. Pretende-se, ainda, desenvolver a análise crítica, conferir autonomia e capacidade de realizar trabalho de forma independente e em equipa, capacidade de elaboração e apresentação de um tópico científico. Reconhecer a importância em apresentar com integridade os resultados de carácter experimental ou teórico ou de qualquer outra atividade proposta.

C. CONTEÚDOS PROGRAMÁTICOS

C.1 – COMPONENTE TEÓRICA

A componente teórica (T) compreende a lecionação teórica dos conteúdos programáticos, de acordo com a calendarização apresentada em **G.3 – Planificação Geral**.

Capítulo 1. Fundamentos de Mecânica Clássica

1.1 Cinemática da partícula

Posição e trajetória. Deslocamento e distância. Velocidade instantânea e média. Aceleração instantânea e média. Aplicações 1-D: queda livre. Aplicações 2-D: projétil e movimento circular. Aplicações 3-D: movimento curvilíneo geral.

1.2 Dinâmica da partícula

Conceito de força. Leis de Newton. Forças de contacto e ligação. Tensões e outras ligações. Força de atrito. Força elástica.

1.3. Trabalho e Energia

Trabalho realizado por uma força constante e variável. Energia cinética e teorema do trabalho. Potência. Forças conservativas e forças não conservativas. Energia potencial. Conservação da energia.

1.4 Dinâmica de um sistema de partículas

Momento linear do sistema. Conservação do Momento linear. Centro de massa. Colisões. Cinemática e energia cinética de rotação. Momento de inércia. Momento de uma força. Dinâmica de rotação. Momento angular.

Capítulo 2: Sistemas oscilatórios

Oscilador harmónico simples. Oscilador harmónico amortecido. Oscilador harmónico forçado: Ressonância. Oscilações acopladas.

Capítulo 3: Campos elétrico e magnético

3.1 Campo elétrico

Propriedades das cargas elétricas. Isoladores e condutores. Lei de Coulomb. Campo elétrico.

3.2 Potencial elétrico

Diferença de potencial. Potencial elétrico. Energia potencial. Cálculo do campo elétrico, a partir do potencial elétrico.

3.3 Lei de Gauss

Lei de Gauss. Aplicações da Lei de Gauss. Condutores em equilíbrio eletrostático. 3.4 Capacidade e condensadores Capacidade de um condensador. Combinação de condensadores. Energia armazenada num condensador.

3.5 Corrente elétrica e resistência

Corrente elétrica. Resistência e a Lei de Ohm. Energia e potência elétricas. Combinação de resistências. Leis de Kirchhoff.

3.6 Campo magnético

Campo magnético. Força magnética. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère.

3.7 Indução eletromagnética

Lei de Faraday. Lei de Lenz. Auto-indutância. Indutância mútua.

3.8 Equações de Maxwell

Conceitos gerais sobre as equações de Maxwell.

C.2 – COMPONENTE PRÁTICA

A componente prática está dividida em aulas teórico-práticas (TP) e de prática laboratorial (PL) e compreendem, respetivamente, a resolução de exercícios de índole TP e a realização de 2 trabalhos práticos de acordo com **G.3 – Planificação Geral**.

Prática laboratorial (PL) Trabalhos práticos:

Série 1. Mecânica (3 aulas)

1.1. Movimento de projéteis

Série 2. Campo eletromagnético (3 aulas)

2.1. Bobinas de Helmholtz

C.3 – BIBLIOGRAFIA

- Dossier pedagógico da Unidade Curricular.
- Apontamentos on-line da Unidade Curricular (<http://elearning.ua.pt/>) e referências incluídas.
- R.A. Serway, *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, Saunders Golden Sunburst Series.
- P.A. Tipler e G. Mosca, *Física*, Vol. I, 5ª ed, Livros técnicos e Científicos Editora, S.A, Rio de Janeiro, 2006.
- Alonso & Finn, *Física um curso universitário*, Vol. I e II, Edgard Bluecher.
- C. Kittel et al., *Curso de Física de Berkeley: Mecânica*, Vol. 1, Edgard Bluecher.
- H.J. Pain, *The Physics of Vibrations and Waves*, Ed. Wiley.
- R. Resnick e D. Halliday, *Física*, 4ª ed, Livros Técnicos e Científicos Editora.
- R. Kip, *Fundamentals of Electricity and Magnetism*, McGraw Hill.

Nota: As aulas PL e TP têm bibliografia específica fornecida aos alunos previamente em <http://elearning.ua.pt/>.

D. METODOLOGIA

D.1 Componente Teórica

O método de ensino tem por base a apresentação e discussão dos fundamentos e interligações dos conceitos subjacentes ao programa. Será usado, sempre que necessário, suporte visual sumário (*powerpoint*), preparado para cada lição e disponibilizado aos alunos para facilitar o acompanhamento e a preparação das aulas. É dada especial atenção à incorporação de exemplos práticos relacionados com a temática da aula e à resolução de problemas exemplificativos, de forma interativa entre os docentes e os alunos. São, também, sugeridos ao longo de cada aula, problemas de índole teórica/prática diretamente relacionados com a temática abordada para resolução fora do horário de contacto. No final de cada aula, é apresentada uma listagem da bibliografia de suporte ao tema lecionado. Pretende-se, também, introduzir estratégias pedagógicas que permitam avaliar, em tempo real, a aquisição de conhecimento por parte dos alunos, permitindo corrigir de forma imediata a estratégia e os aspetos relacionados com a exposição dos conceitos abordados. O uso de *classroom response systems* permite implementar essa estratégia de monitorização em tempo real do processo de aprendizagem e pode servir, em simultâneo, como elemento de avaliação de conhecimentos e de registo de assiduidade, permitindo o aperfeiçoamento da relação ensino/aprendizagem. Em concreto, o uso de *classroom response systems* requer a preparação de um conjunto de questões conceptuais que serão colocadas ao longo das aulas teóricas, que abordem os aspetos fulcrais dos tópicos em questão. A implementação deste esquema será concretizada recorrendo a sistemas baseados em plataformas digitais, tais como o Kahoot (www.kahoot.com) ou similar.

D.2 Componente Prática

Componente PL

A realização dos trabalhos práticos é suportada por guiões laboratoriais preparados pelos docentes e disponibilizados aos alunos no início do semestre. A realização dos trabalhos práticos é realizada em grupo, onde o docente privilegia a autonomia e a distribuição ponderada de tarefas entre os elementos

do grupo. Será adotada uma estratégia de PBL (*project based learning*) nas aulas de prática laboratorial, que permitirá uma melhoria efetiva desta relação ensino/aprendizagem.

Componente TP

Para as aulas de resolução de exercícios (TP) serão disponibilizados os enunciados e respetiva bibliografia (<http://elearning.ua.pt/>). Serão resolvidos em grupo exercícios para avaliação e acompanhamento do trabalho do aluno.

E. AVALIAÇÃO

Nos períodos de avaliação não é permitido o uso nem a posse de calculadoras ou qualquer outro dispositivo eletrónico, exceto se especificadamente indicado pela equipa docente. Os alunos deverão trazer apenas material de escrita e um documento de identificação com fotografia. Não são permitidas saídas antecipadas durante as provas de avaliação, a saída por desistência só será possível após o decurso de metade da duração da prova.

A CLASSIFICAÇÃO FINAL (N_{Final}) é calculada de acordo com:

$$N_{FINAL} = 30\% \text{ Nota PL} + 70\% \text{ Nota TP}$$

O tipo de avaliação pré-definida é a AVALIAÇÃO CONTÍNUA.

Os alunos que pretendam ser avaliados por AVALIAÇÃO FINAL (1 único teste a realizar na época de exames, com um peso relativo de 100%) deverão inscrever-se até ao dia 30 setembro 2023.

E.1 – Componente Teórica/Teórico-prática (T/TP)

A avaliação contínua será dividida nos seguintes elementos/momentos de avaliação:

- i) **Três momentos de avaliação individual (ACT1+ ACT2+ ACT3)**, realizados no horário das aulas TP e/ou T, indicados a vermelho em **G.3 – Planificação Geral**, com a duração de 15 min e peso relativo total de 15%, (3×5%), com recurso a *classroom response systems (clickers)*. Cada resposta errada, desconta 1/3. Tempo de resposta limitado: resposta fora do tempo ou ausência de resposta equivale a classificação nula.
- ii) **Teste Final** (85%), a realizar no período de exames, no dia do Exame Final, com a duração de 75 min.

E.2 – Componente prática laboratorial (PL)

Serão realizados 2 trabalhos práticos, no decorrer do semestre (**ver G.3 – Planificação Geral**), avaliados de acordo com os seguintes parâmetros

Parâmetros de avaliação	Valoração (%)
assiduidade	10
preparação do trabalho	25
desempenho laboratorial	25
relatório sumário/apresentação oral*	40

*Trabalho 2.1

REGRAS GERAIS

- Os alunos deverão trazer para cada aula material de escrita, máquina de calcular científica ou gráfica e computador (facultativo e, no máximo, um por grupo).
- As aulas decorrerão em grupos de 3 alunos. Cada grupo deverá, previamente, preparar o trabalho de acordo com o objetivo de cada aula. Deverão recorrer aos laboratórios abertos.

- No final de cada aula, será obrigatoriamente entregue um relatório sumário das tarefas executadas.
- O docente discutirá com cada grupo o relatório entregue, na aula seguinte à data de entrega.

NOTA: o laboratório das aulas PL estará em regime aberto, durante o período em que decorrem os trabalhos 1.1 e 2.1. Os docentes de PL estarão disponíveis, às quartas-feiras das 15-17 h, para atendimento de dúvidas sobre o laboratório, devendo ser contactados previamente por email.

Trabalho 1.1 (2 aulas, 40 % classificação)

- Os alunos deverão preparar o trabalho, de acordo com o guião disponibilizado em elearning.ua.pt.
- A divisão das tarefas deverá assegurar a entrega do relatório completo até uma semana depois da 2ª aula.

Trabalho 2.1 (3 aulas, 60 % classificação)

- Os alunos deverão preparar o trabalho, de acordo com o guião disponibilizado em elearning.ua.pt.
- A divisão das tarefas deverá assegurar, a entrega do relatório completo, no final da terceira aula.
- Apresentação oral (quarta aula) em suporte visual com a duração de 9 minutos, distribuídos pelos 3 alunos. Seguir-se-ão 6 minutos de questões colocadas pelo docente a cada aluno individualmente.

QUADRO – RESUMO

Avaliação pré-definida – Avaliação Contínua $N_{FINAL} = 30\% \text{ Nota PL} + 70\% \text{ Nota TP}$

- Componente Teórica /Teórico-Prática (T/TP) _ 70%
 - 3 momentos de avaliação (ACT1, ACT2 e ACT3) _ 15% (3x5%)
 - Teste Final (TF) _ 85%
- Componente prática-laboratorial (PL) _ 30%
 - Trabalho 1.1 (T1.1) _40%
 - Trabalho 2.1 + apresentação oral (T2.1) _60%

Cálculo $N_{FINAL} = 0,30 (0,40 T1.1 + 0,60 T2.1) + 0,70 (0,15 ACTi + 0,85 TF)$

E.3 – Nota mínima

Para efeitos de aprovação na unidade curricular, a nota mínima para cada uma das componentes de avaliação é de 6,5 valores.

E.4 – Época de Recurso

Os alunos que não tenham tido aprovação na unidade curricular, durante o semestre letivo, estão automaticamente inscritos para Exame de Recurso.

Os alunos, com aprovação, que queiram melhorar a classificação obtida deverão inscrever-se previamente nos Serviços Académicos para exame de melhoria.

Desde que superior, a nota obtida nesta prova substitui na íntegra a classificação global obtida anteriormente.

E.5 – Validade da classificação anterior da componente prática (PL)

Será válida a nota positiva da componente prática dos últimos 5 anos. Os alunos devem consultar a listagem disponível em <http://elearning.ua.pt/>.

Se se pretender repetir a componente prática, a nota anterior fica anulada. Neste caso, devem comunicar a sua opção ao coordenador da UC, por email.

E.6 – Regime de presenças

Aulas práticas (PL e TP)

A componente prática da UC (aulas PL e TP) são de frequência obrigatória, devendo os estudantes assistir a pelo menos 80% das aulas (REUA – lecionação de Unidades Curriculares do 1º ciclo)

Aulas teóricas (T)

As aulas teóricas não estão abrangidas pelo regime de faltas.

F. DOCENTES

- Isabel Maria Coelho de Oliveira Malaquias (T1, TP1, TP3) - coordenadora
imalaquias@ua.pt, Gabinete: 13.3.16
- Armando António Cardoso dos Santos Lourenço (T2, TP2, PL3, PL4, PL5, PL6)
alourenco@ua.pt, Gabinete: 13.2.14
- Sandra Correia (PL1, PL2)
sandracorreia@ua.pt, Sala atendimento Física, Complexo Pedagógico

G. PLANIFICAÇÃO DO SEMESTRE

G.1 Aulas Teóricas: T

T – 2ª e 3ª feiras

G.2 Aulas Práticas: TP e PL

TP - 5ª feira e PL - 5ª e 6ª feiras

Aulas Práticas: T1.1 – Movimento de Projéteis; T2.1 – Bobinas de Helmholtz

TP- Aulas teórico-práticas: resolução dos problemas TP designados por P1-P6

G.3 Planificação Geral