

## Ficha de Unidade Curricular LEQB

### Unidade Curricular

Português

Electromagnetismo e Espectroscopia

Inglês

Electromagnetism and Spectroscopy

### Total de horas

Teóricas

45

Teórico-práticas

15

Práticas Laboratoriais

0

### Docente Responsável

Nome completo

Paulo Ivo Cortez Teixeira

### Outros Docentes

Nome completo 1

António Jorge Duarte de Castro Silvestre

Nome completo 2

Nome completo 3

Nome completo 4

Objetivos de aprendizagem (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes)

*Learning outcomes of the curricular unit*

Após a aprovação na unidade curricular, o aluno deverá possuir a capacidade de:

1. Conhecer e dominar os fundamentos teóricos da electrodinâmica clássica, da óptica geométrica e ondulatória e da interacção da luz com a matéria.
2. Desenvolver a capacidade de analisar e modelar um variado número de problemas de electrodinâmica clássica, de óptica geométrica e ondulatória, e de interacção da luz com a matéria.
3. Utilizar de forma expedita os cálculos necessários à resolução dos problemas mencionados no ponto anterior.

The successful student will:

1. Know and master the theoretical foundations of classical electrodynamics, of geometrical and wave optics, and of light-matter interaction.
2. Develop the ability to analyse and model a range of problems in classical electrodynamics, geometrical and wave optics, and light-matter interaction, by applying the above principles.
3. Be able expeditiously to perform the calculations required for solving the problems described in the preceding item.

### Conteúdos programáticos

#### *Syllabus*

1. Lei de Coulomb. Campo e potencial eléctricos. Energia electrostática. Lei de Gauss.
2. Condutores, dieléctricos e semicondutores. Capacidade eléctrica. Condensadores e sua associação.
3. Corrente estacionária. Resistência e resistividade. Leis de Ohm e de Joule. Associação de resistências. Leis de Kirchhoff. Análise de circuitos. Geradores e motores eléctricos. Energia e potência.
4. Campo magnético. Força de Lorentz. Campo magnético das correntes. Lei de Ampère. Fluxo magnético. Lei de Faraday. Energia magnética numa bobina. Materiais dia-, para- e ferromagnéticos.
5. Equações de Maxwell. Corrente de deslocamento. Ondas electromagnéticas.
6. Leis da reflexão e da refração. Espectro electromagnético. Interferência, difracção e polarização da luz. Difracção de raios X.
7. Interacção luz-matéria. Efeito fotoeléctrico. Dualidade onda-partícula. Espectros atómicos. Vibrações e

rotações em moléculas. Espectroscopia molecular. Absorção da luz: lei de Beer Lambert. Dispersão da luz.

1. Coulomb's law. Electric field and potential. Electrostatic energy. Gauss' law.
2. Conductors, dielectrics and semiconductors. Capacitance. Capacitors and their association.
3. Steady currents. Resistance and resistivity. Ohm's and Joule's laws. Association of resistors. Kirchhoff's laws. Circuit analysis. Electric generators and motors. Energy and power.
4. Magnetic field. Lorentz force. Magnetic field of currents. Ampère's law. Magnetic flux. Faraday's law. Magnetic energy of an induction coil. Dia-, para- and ferromagnetic materials.
5. Maxwell's equations. Displacement current. Electromagnetic waves.
6. Laws of reflection and refraction. Electromagnetic spectrum. Interference, diffraction and polarisation of light. X ray diffraction.
7. Light-matter interaction. Photoelectric effect. Wave-particle duality. Atomic spectra. Molecular vibrations and rotations. Molecular spectroscopy. Absorption of light: the Beer-Lambert law. Scattering of light.

### *Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular* *Demonstration of the syllabus coherence with the curricular unit's objectives*

O programa segue os critérios utilizados internacionalmente em unidades curriculares semelhantes em cursos de engenharia. O programa constrói gradualmente o conhecimento da electrodinâmica clássica, da óptica e da interação da luz com a matéria (objectivo 1), começando com a electrostática no vácuo e na matéria (capítulos 1 e 2), progredindo para o tipo mais simples de corrente eléctrica, a corrente estacionária (capítulo 3), e introduzindo o magnetismo e a sua relação com a electricidade (capítulo 4). Apresenta-se então as equações de Maxwell, que foram sendo introduzidas nos capítulos 1, 2 e 4, como a síntese do electromagnetismo clássico, do qual se podem extrair importantes consequências (capítulo 5). Faz-se uma introdução à óptica geométrica e ondulatória e suas aplicações (capítulo 6), e termina-se uma abordagem da interação da luz com a matéria, a qual está na origem das diferentes técnicas espectroscópicas (capítulo 7).

As aulas teóricas são sempre acompanhadas por vários exemplos cuja análise promove a discussão em sala de aula e a mais fácil assimilação da teoria bem como a sua ligação a outras unidades curriculares da LEQB (objectivo 2). A realização dos exercícios propostos nas séries de problemas permite aos alunos, individualmente ou em grupo, aplicar os conceitos teóricos a uma larga variedade de situações práticas e, assim, ganharem a necessária confiança e destreza para os utilizar correctamente nas mais variadas situações. É deste modo inculcido nos alunos que o cálculo é um ingrediente essencial da física e que a capacidade de obter resultados numéricos que podem ser verificados pela observação experimental é a base do enorme sucesso das ciências e tecnologias modernas (objectivo 3).

The syllabus follows the criteria used internationally in similar courses in engineering degree programmes. Knowledge of classical electrodynamics, optics, and light-matter interaction (objective 1) is built gradually, starting with electrostatics in free space and in matter (chapters 1 and 2), then progressing to the simplest steady electric current (chapter 3) and introducing magnetism and its relationship to electricity (chapter 4). Maxwell's equations, already introduced in chapters 1, 2 and 4, are then presented as the synthesis of classical electromagnetism, with far-reaching consequences (chapter 5). Next an introduction is given to geometrical and wave optics and their applications (chapter 6). Finally, the course concludes with a treatment of light-matter interactions, which underpin a variety of spectroscopies (chapter 7).

Lectures always include a number of practical examples which promote classroom discussion and easier assimilation of the theory as well as its connection to other LEQB courses (objective 2). The exercises proposed in the problem sets allow students, individually or in group, to apply the theoretical concepts to a wide variety of practical situations and thus gain the necessary confidence and skills to use them correctly in many different contexts. This is to impart to students that calculation is an essential ingredient of physics and the ability to obtain numerical results that can be checked by experimental observation underpins the huge success of modern sciences and technologies (objective 3).

Metodologias de ensino (avaliação incluída)

### *Teaching methodologies (including evaluation)*

#### Metodologias de Ensino:

As aulas teóricas seguem o método expositivo, sempre acompanhadas de exemplos práticos e usando extensamente o quadro. As aulas teórico-práticas são utilizadas para esclarecer dúvidas sobre os exercícios propostos nas séries de problemas e que se esperam tenham sido previamente trabalhados pelos alunos. O Moodle contém amplo material de estudo, exames de anos anteriores e “links” externos para material de estudo complementar, designadamente vídeos e experiências virtuais (Java applets).

#### Avaliação:

A avaliação de conhecimentos na unidade curricular de Electromagnetismo e Espectroscopia consta de um teste global escrito, realizado no final do semestre, e/ou de um exame final escrito, em qualquer das duas épocas de exame previstas no calendário escolar. Qualquer das provas tem a duração de 2,5 horas e abrange toda a matéria. Quer opte pelo teste global quer pelo exame final, o aluno só será aprovado se obtiver classificação igual ou superior a 10 valores.

#### Teaching methodologies:

Lectures follow the expository method, always accompanied by practical examples and with extensive use of the white board. Problems classes are designed to clarify difficulties encountered when solving the problem sets that are expected to have been previously worked out by the students. The course Moodle pages contain extensive study material, past exam papers and external links to complementary study material, including videos and virtual experiments (Java applets).

#### Assessment:

Assessment for this course is in the form of one written test, taken at the end of semester, and/or a written exam, taken on either of two set dates. Both test and exam are of 2.5 hours duration and cover the entire syllabus. The minimum pass grade is 10 (out of a maximum of 20) in all cases.

### *Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular*

#### *Demonstration of the coherence between the teaching methodologies and the learning outcomes*

As aulas teóricas, de carácter expositivo, transmitem aos alunos os conhecimentos básicos de electrodinâmica clássica, de óptica geométrica e ondulatória, e de interacção da luz com a matéria (objectivo 1). A realização de um número elevado de exercícios nas aulas teórico-práticas permite aos alunos testar e consolidar a aquisição dos conhecimentos teóricos e aplicá-los a novas realidades (objectivo 3). A exposição frequente de exemplos práticos, quer nas aulas tóricas quer teórico-práticas, permite a ligação ao mundo real e às outras unidades curriculares do curso (objectivo 2). Pretende-se igualmente, deste modo, fomentar a interacção com os alunos e aumentar o seu grau de motivação.

Lectures, of an expository nature, impart students a basic knowledge of classical electrodynamics, of geometrical and wave optics, and of light-matter interaction (objective 1). Solving a large number of exercises in problem classes allows students to strengthen their theoretical knowledge through hands-on practice, as well as apply that knowledge to novel situations (objective 3). Real life examples are used, both in lectures and in problem classes, to make connections with the real world and with other courses (objective 2). The aim is also to enhance student participation and motivation.

### *Bibliografia Principal*

#### *Main Bibliography*

1. P.M. Fishbane, S. Gasiorowicz, S.T. Thornton, "Physics for Scientists and Engineers", Prentice Hall, 2nd ed., 1996.
2. M. Alonso, E.J. Finn, "Física", Addison Wesley, 2ª ed., 1999.
3. D.J. Griffiths, "Introduction to Electrodynamics", Prentice-Hall, 3rd ed., 1999.
4. H. D. Young, R. A. Freedman, "Sears and Zemansky's University Physics", Pearson Addison-Wesley, 11th ed., 2004.