instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Campos e Ondas Eletromagnéticas
Licenciatura em Engenharia Física Aplicada

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4341] Campos e Ondas Eletromagnéticas / Electromagnetic Fields and Waves

2. Sigla da área científica em que se insere	FIS
3. Duração	Unidade Curricular Semestral
4. Horas de trabalho	162h 00m
5. Horas de contacto	Total: 67h 30m das quais T: 45h 00m | TP: 16h 30m | P: 6h 00m
6. % Horas de contacto a distância	Sem horas de contacto à distância
7. ECTS	6
8. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular	[1336] António Manuel Carreiras Casaca | Horas Previstas: 67.5 horas
9. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular	Não existem docentes definidos para esta unidade curricular
10. Objetivos de aprendizagem e a sua compatibilidade com o método de ensino (conhecimentos, aptidões e competências a desenvolver pelos estudantes).	1. Conhecer as leis fundamentais que regem os campos eléctricos e magnéticos e a sua propagação no espaço e na matéria sob a forma de ondas electromagnéticas. 2. Analisar e resolver problemas envolvendo campos electromagnéticos e ondas electromagnéticas, aplicando os fundamentos teóricos aprendidos. 3. Interpretar e tratar os dados adquiridos em experiências laboratoriais exemplificativas das leis do Electromagnetismo.

10. Intended Learning objectives and their compatibility with the teaching method (knowledge, skills and competences by the students).

1. To know the laws that rule electric and magnetic fields and their propagation in space and matter as electromagnetic waves. 2. To solve and analyse problems related to electric and magnetic fields and to electromagnetic radiation, by applying the acquired theoretical concepts and laws. 3. To interpret and analyse the experimental data obtained in laboratory, exemplifying electromagnetic laws and phenomena.

11. Conteúdos programáticos

1. Campo electrostático gerado por cargas pontuais ou por distribuições contínuas de carga eléctrica no vácuo. Potencial electrostático. Trabalho e energia potencial electrostática. Lei de Gauss. Condutores em equilíbrio electrostático. Condensadores. Dipolo eléctrico e expansões multipolares. Polarização eléctrica. Dieléctricos. 2. Corrente eléctrica. Força electromotriz. Vector densidade de corrente. 3. Vector indução magnética. Lei de Biot-Savart. Lei de Ampère. Força magnética sobre cargas e condutores. Campo magnético na matéria. Magnetização e vector campo magnético. Energia magnética. 4. Equações de Maxwell. Lei de Faraday-Lenz. Coeficientes de auto-indução e de indução mútua. 5. Ondas electromagnéticas. Energia das ondas electromagnéticas e vector de Poynting. Polarização das ondas electromagnéticas. Reflexão e transmissão. Atenuação das ondas electromagnéticas em meios dispersivos.

11. Syllabus

1. Electrostatic field of point charges and continuous charge distributions in vacuum. Electrostatic potential. Electrostatic energy. Gauss? law. Conductors in static equilibrium. Capacitors. Electric dipole and multipole expansions. Electric polarization. Insulators. 2. Electric current. Electromotive force. Current density vector. 3. Biot-Savart?s law and Ampère?s law. Magnetic force on a point charge and on a current-carrying conductor. Magnetic field in matter. Magnetization and magnetic field vector. Magnetic energy. 4. Maxwell?s equations. Faraday?s law and Lenz?s law. Inductance and mutual induction coefficients. 5. Electromagnetic waves. Electromagnetic waves? energy and Poynting vector. Polarization of electromagnetic waves. Reflection and transmission. Attenuation of electromagnetic waves in dispersive media.

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

O programa permite aos alunos apreender os conceitos e leis fundamentais do Electromagnetismo, aplicando-os na resolução de problemas conceptuais clássicos e de problemas práticos que envolvam a produção de campos electromagnéticos e a sua aplicação em dispositivos. O programa segue os critérios utilizados internacionalmente em unidades curriculares análogas. As aulas teórico-práticas 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 Licenciatura em Engenharia Física Aplicada. 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.

12. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

The program allows the students to apprehend the basic laws and concepts of Electromagnetism, envisaging their application in solving classic conceptual problems, as well as practical problems involving the generation of electromagnetic fields and its application to devices. The program follows well established criteria for curricular units with similar objectives and content. The resolution of exercises and the use of practical examples in the theoretical lessons promotes an easier understanding of the theoretical concepts and relates these to other subjects of the degree.

13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico

As aulas dividem-se em aulas teórico-práticas e práticas. As aulas teórico-práticas terão uma parte expositiva, sendo apresentados exemplos práticos dos conceitos teóricos expostos; a outra parte das aulas será dedicada à resolução de exercícios. As aulas práticas consistem na realização de duas experiências em laboratório, num trabalho de campo, com medição de campos electromagnéticos no campus do ISEL e num trabalho de simulação computacional.

13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model

The course is divided in theoretical lessons and practical lessons. The theoretical lessons have two parts: one for the presentation of the theoretical concepts, practical examples being presented; the other part is used for the resolution of exercises. The practical lessons consist in two laboratory activities, one fieldwork, measuring electromagnetic fields in the ISEL campus and one computer simulation.

14. Avaliação

A avaliação distribuída com exame final tem uma componente teórica, com o peso de 3/4 da nota final e uma componente prática, com o peso de 1/4 da nota final. A nota teórica é obtida mediante a realização de dois testes durante o período lectivo ou de um exame final. A nota laboratorial é obtida pela média das notas obtidas nos trabalhos práticos. A aprovação na disciplina implica a obtenção da nota mínima de 9,50 valores nas componentes teórica e laboratorial, não podendo a nota de qualquer dos testes ou trabalhos ser inferior a 8,00 valores.

14. Assessment

The final grade has a theoretical component, worth three-quarters of the grade, and a practical component, worth one-quarter of the grade. The theoretical component is evaluated by performing two written tests during the teaching term or a final exam. The practical component is obtained as the average of the marks obtained in the four practical activities. The success in the course is achieved by obtaining a minimum grade of 9,50 in the theoretical and laboratory components, while none of the tests or practical activities may obtain a mark lower than 8,00.

15. Demonstração da coerência das metodologias de ensino com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular

A resolução de exercícios permite aos alunos testar e consolidar a aquisição dos conhecimentos teóricos de forma operativa. A exposição frequente de exemplos práticos permite a ligação ao mundo real e às outras unidades curriculares do curso. A realização das actividades práticas permite aos alunos verificar a validade dos conceitos teóricos aprendidos. A utilização de equipamentos e dispositivos laboratoriais com diferentes configurações promove a discussão das dificuldades técnicas inerentes a qualquer processo de medição, permitindo aos alunos aplicar conhecimentos aprendidos noutras unidades curriculares ou adquiridos extracurricularmente. A elaboração dos relatórios das actividades laboratoriais treina os alunos para o uso de ferramentas informáticas de cálculo e para o tratamento rigoroso e crítico de dados experimentais.

15. Evidence of the teaching methodologies coherence with the curricular unit´s intended learning outcomes

Solving exercises will allow the students to strengthen their theoretical knowledge acquisition in an operative way. The frequent use of real-world examples will trigger the students? interest and will contextualize the learned matters in the more general framework of their degree. The practical activities allow the students to test and validate the acquired theoretical concepts. The use of diversified laboratory equipment promotes the discussion on the technical difficulties inherent to any measuring process, enabling the students to apply knowledge acquired in other courses or in extracurricular activities. The laboratory reports? preparation will promote the use of calculus software as well as a critical and rigorous treatment of experimental data.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. J. Loureiro, Eletromagnetismo e Ótica, 1ª edição, IST Press, Lisboa, 2019.

2. J. Loureiro, Exercícios de Eletromagnetismo e Ótica, 1ª edição, IST Press, Lisboa, 2018.

3. D. Halliday, R. Resnick e J. Walker, Fundamentos de Física ? Volume 3, 10ª edição, Livros Técnicos e Científicos Editora, 2014.

4. A. B. Henriques e J. C. Romão, ?Electromagnetismo?, 1ª edição, IST Press, Lisboa, 2006.

5. P. Lorrain, D. Corson e F. Lorrain, "Campos e Ondas Electromagnéticas", 3ª edição, Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 2000.

6. D. J. Griffiths, "Introduction to Electrodynamics", 3rd edition, Prentice-Hall, New Jersey, 1999.

7. R. K. Wangsness, "Electromagnetic Fields", 2nd edition, John Wiley and Sons, New York, 1986.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-09-29

Data de aprovação em CP: 2025-09-26