instituto superior de engenharia de lisboa

Ficha de Unidade Curricular A3ES
Física da Deformação e Escoamento
Licenciatura em Engenharia Física Aplicada

2025-26

1. Designação da unidade curricular

[4354] Física da Deformação e Escoamento / Physics of Deformation and Flow

2. Sigla da área científica em que se insere	ENG 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	[1786] Paulo Ivo Cortez Teixeira | Horas Previstas: N/D
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. Introduzir os fundamentos teóricos da elasticidade, da mecânica dos fluidos simples e complexos. Cada tema abordado será acompanhado de aplicações no âmbito da Engeharia.
2. Pretende-se que as noções associadas à deformação e escoamento dos materiais sejam adquiridas não só de forma abstracta, mas também de forma prática, recorrendo a experiências laboratoriais.

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

1. The main goal of this course is to Introduce the fundamental concepts of elasticity and of the mechanics of simple and complex fluids. Each topic will be accompanied by engineering applications.
2. It is intended that the concepts of deformation and flow are acquired in a practical and intuitive manner, using experiments.

11. Conteúdos programáticos

1. Introdução.

2. Corpos elásticos. Tensões e deformações. A lei de Hooke. Leis elásticas para grandes deformações. Módulos elásticos. Energia elástica. Elasticidade de volumes, linhas (barras ou cordas) e de superfícies (placas e cascas). Instabilidades elásticas. Ondas elásticas.
3. Fluidos simples. Densidade, pressão, compressibilidade. Tensão superficial. Lei de Laplace. Escoamentos ideais. A lei da continuidade. A equação de Bernoulli. Viscosidade e escoamentos laminares. A equação de Navier-Stokes. A equação de transporte da energia. Número de Reynolds. Lei de similitude. Instabilidades e Turbulência. Ondas superficiais.
4. Fluidos complexos. Tensão de cedência. Materiais reofluidificantes e reoespessantes. Plasticidade e Viscoelasticidade. Modelos de viscoelasticidade linear. Transição sol-gel. Diferenças de tensões normais. Viscoelasticidade generalizada e derivadas objectivas. Outros comportamentos: cristais líquidos, elastómeros, fluidos ativos. Mecânica das células.

11. Syllabus

1. Introduction.
2. Elastic bodies. Tensions and deformations. Hooke's law. Elastic laws for large deformations. Elastic moduli. Elastic energy. Elasticity of volumes, lines (strings) and surfaces (plates and shells). Elastic instabilities. Elastic waves.
3. Simple fluids. Density, pressure, compressibility. Superficial tension. Law of Laplace. Ideal flow. The law of continuity. Equation of Bernoulli. Viscosity and laminar flow. Equation of Navier-Stokes. Energy equation. Reynolds number. Law of similitude. Instability and Turbulence. Surface waves.
4. Complex fluids. Tensile strength. shear thinning and shear thickenning materials. Plasticity and Viscoelasticity. Models of linear viscoelasticity. Sol-gel transition. Differences of normal stresses. Generalized viscoelasticity and objective derivatives. Other behaviors: liquid crystals, elastomers, active fluids. Mechanics of cells.

12. Demonstração da coerência dos conteúdos programáticos com os objetivos de aprendizagem da unidade curricular	Os capítulos dos conteúdos programáticos correspondem aos conceitos fundamentais da elasticidade, e da mecânica dos fluidos simples e complexos, referidos nos objectivos da unidade curricular. As aulas teóricas são sempre acompanhadas por vários exemplos, e tentando estabelecer ligações a outras unidades curriculares da LEFA. A realização dos exercícios propostos nas séries de problemas e as aulas laboratoriais 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	Syllabus chapters correspond to the fundamental concepts mentioned in the intended learning outcomes of the curricular unit. Lectures always include a number of examples, aimed at making connections with other curricular units of the programme. The exercises in the practical sessions and the laboratory experiments allow students, individually or in groups, to apply the theoretical concepts to a wide variety of practical situations.
13. Metodologias de ensino e de aprendizagem específicas da unidade curricular articuladas com o modelo pedagógico	Lecionação de aulas teóricas, aulas teórico-práticas e aulas de laboratórii. As aulas teórico-práticas são aulas de resolução de problemas (10 aulas aprox.). As aulas de laboratório são de frequência obrigatória (3 aulas).
13. Teaching and learning methodologies specific to the curricular unit articulated with the pedagogical model	Lectures, problem classes and laboratory sessions. In problem classes problems are solved (10 sessions aprox.) and in laboratory essions experiments are performed (3 sessions). The laboratory sessions are mandatory.
14. Avaliação	Exame final (Teo), incidindo sobre a totalidade da matéria, com nota obrigatoriamente maior ou igual a 9.50 valores, e componente prática de laboratório com a realização de 3 aulas laboratoriais, pedagogicamente fundamentais (Lab). A nota de cada um dos trabalhos de laboratório deverá ser maior ou igual a 8,00 valores, e a sua média aritmética maior ou igual a 9,50 valores. Nota final: 70% Teo + 30% Lab.

14. Assessment

Final exam (Theory) covering the whole syllabus and graded not less than 9.50/20.00, and a practical component consisting of 3 laboratory session reports (Lab). Each individual report must be graded not less than 8,00/20 and their arithmetic mean must be not less than 9.50/20. Final grade: 70% Theory + 30% Lab.

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

A realização de um número elevado de exercícios permite aos alunos testar e consolidar a aquisição dos conhecimentos teóricos. A exposição frequente de exemplos práticos permite a ligação ao mundo real e às outras unidades curriculares do curso. Pretende-se igualmente fomentar a interação do professor com os alunos e aumentar o seu grau de motivação.

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

Solving a large number of exercises allows students to test and consolidate the acquisition of theoretical concepts. The practical examples allow students to connect to the real world and to other curricular units of the programme. It will also foster interactions between the instructor and students and increase their motivation.

16. Bibliografia de consulta/existência obrigatória

1. Landau, L., Lifchitz, E., "Physique théorique, Vol. 7, Théorie de l'élasticité", Éd. MIR, 1990.
2. Beer, F., Johnston, Jr., E. R., DeWolf, J., Mazurek, D., "Mechanics of materials", McGraw-Hill, 2012.
3. Landau, L., Lifchitz, E., "Physique théorique, Vol. 6, Mécanique des fluides", Éd. MIR, 1986.
4. White, F. M., "Fluid mechanics", McGraw Hill, 2011.
5. Barnes, H. A., Hutton, J. F., Walters, K., "An introduction to rheology", Elsevier, 1989.
6. Morrison, F., "Understanding rheology", Oxford, 2001.
7. Larson, R. G., "The structure and rheology of complex fluids", Oxford UP,1999.

17. Observações

Unidade Curricular Obrigatória

Data de aprovação em CTC: 2025-09-29

Data de aprovação em CP: 2025-09-26