

Mapa IV - Física Estatística Computacional

4.4.1.1. Designação da unidade curricular:

Física Estatística Computacional

4.4.1.1. Title of curricular unit:

Computational Statistical Physics

4.4.1.2. Sigla da área científica em que se insere:

FIS

4.4.1.3. Duração:

semestre

4.4.1.4. Horas de trabalho:

162

4.4.1.5. Horas de contacto:

TP:67,5

4.4.1.6. ECTS:

6

4.4.1.7. Observações

<sem resposta>

4.4.1.7. Observations:

<no answer>

4.4.2. Docente responsável e respetiva carga letiva na Unidade Curricular (preencher o nome completo):

Pedro Patrício, 67,5

4.4.3. Outros docentes e respetivas cargas letivas na unidade curricular:

<sem resposta>

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

1. Saber aplicar os conceitos fundamentais da mecânica clássica a sistemas com um grande número de partículas. Compreender a relação entre as grandezas estatísticas destes sistemas e as grandezas termodinâmicas fundamentais, como a temperatura e a entropia.

2. Compreender as leis e conceitos fundamentais da física estatística, com particular destaque para a distribuição de Boltzmann. Saber aplicar os conceitos da física estatística a problemas de índole geral, como o problema do caixeiro viajante, o movimento dos fluidos, a econo- e socio-física, etc.

(1000 caracteres)

4.4.4. Intended learning outcomes (knowledge, skills and competences to be developed by the students):

1. To be able to apply the fundamental concepts of classical mechanics to systems with a large number of particles. To understand the relation between the statistical quantities of these systems and the fundamental thermodynamical concepts, such as temperature and entropy.
2. To know the fundamental laws and ideas from statistical physics, with particular emphasis to Boltzmann distribution. To be able to apply these notions to problems of general nature, such as the traveling salesman problem, the motion of fluids, economic and socio-physics, etc.

4.4.5. Conteúdos programáticos

1. Física Estatística do Equilíbrio

- Relação entre a termodinâmica e a estatística
- Temperatura e entropia
- Distribuição de Boltzmann e distribuição de Maxwell
- Transições de fase, pontos críticos, classes de universalidade
- Modelo de Ising. Método de Metropolis
- Aplicações: métodos de minimização para problemas com múltiplos mínimos

2. Física Estatística Fora do equilíbrio

Sistemas perto do equilíbrio. Sistemas em movimento

- Equação de Boltzmann e de Lattice Boltzmann, dinâmica de fluidos computacional
- Movimento Browniano, Equação de Langevin, eventos raros

Sistemas longe do equilíbrio. Sistemas dissipativos e activos

- Lei de Pareto e criticalidade auto-organizada
- Redes complexas. Mundos pequenos
- Modelos de propagação e de evolução
- Aplicações: Econofísica e Sociofísica

(1000 caracteres)

4.4.5. Syllabus:

1. Statistical Physics of Equilibrium

- Relationship between thermodynamics and statistics
- Temperature and Entropy
- Boltzmann distribution and Maxwell distribution
- Phase transitions, critical points, universality classes
- Ising model. Method of Metropolis
- Applications: Methods of minimization for problems with multiple minima

2. Statistical Physics Out of Equilibrium

Systems close to equilibrium. Systems in motion

- Boltzmann and Lattice Boltzmann Equation, Computational Fluid Dynamics
- Brownian Motion, Langevin Equation, rare Events

Systems far from equilibrium. Dissipative and Active systems

- Pareto's law and self-organized criticality
- Complex networks. Small world networks
- Models of propagation and evolution

- Applications: Econophysics and Sociophysics

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

Os vários pontos ou capítulos dos conteúdos programáticos correspondem aos conceitos fundamentais a adquirir referidos nos objectivos da unidade curricular.

(1000 carateres)

4.4.6. Evidence of the syllabus coherence with the curricular unit's intended learning outcomes:

The chapters of the syllabus correspond to the fundamental concepts referred in the objectives of the curricular unit.

4.4.7. Metodologias de ensino (avaliação incluída)

Leccionação de aulas teóricas e aulas teórico-práticas. Durante as aulas teórico-práticas serão propostos alguns problemas numéricos para resolver através da implementação dum código em python, java, matlab, c++, fortran, ou outra ferramenta de programação. Os alunos devem utilizar estas aulas para iniciar os seus códigos, e tirar dúvidas sobre a correcta implementação dos algoritmos numéricos necessários para resolver os problemas propostos.

A avaliação de conhecimentos é realizada a partir da elaboração de dois trabalhos numéricos, um mais simples e imediato, outro ligeiramente mais elaborado, e ainda de um exame final escrito, abrangendo toda a matéria, com a duração de 2,5 horas, em qualquer das duas épocas de exame previstas no calendário escolar. Cada um dos trabalhos numéricos valerá 25% da nota final, enquanto que o exame final valerá os restantes 50%.

(1000 carateres)

4.4.7. Teaching methodologies (including students' assessment):

Lectures and practical sessions. During the practical sessions, it will be proposed some numerical problems to solve by implementing a code in python, java, matlab, c++, fortran, or another programming tool. Students should use these sessions to initiate their codes, and ask questions about the correct implementation of the necessary numerical algorithms to solve the proposed problems.

The assessment is carried out from two numerical works, a simpler and more immediate, another one slightly more elaborate, and a final written exam, covering the whole program, lasting 2.5 hours, in any one of the two examination periods in the school calendar. Each numerical work corresponds to 25% of the final grade, while the final exam corresponds to the remaining 50%

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

Os exames medem a aquisição dos conceitos fundamentais dados na unidade curricular. Os trabalhos numéricos permitem a aquisição prática destes conceitos fundamentais.

(3000 carateres)

4.4.8. Evidence of the coherence between the teaching methodologies and the intended learning outcomes:

The exams measure the acquisition of the fundamental concepts given in the curricular unit. The numerical projects allow the practical acquisition of these fundamental concepts.

4.4.9. Bibliografia principal:

1. Patrício, P., sebenta de "Física Estatística Computacional", disponibilizados no moodle.
2. Teixeira, P.I.C. e Casquilho, J.P., "Introdução à Física Estatística", IST Press, 2011.
3. Ball, P., "Massa Crítica. O modo como uma coisa conduz a outra", Gradiva, 2009.
4. Thijssen, J., "Computational Physics", Cambridge University Press, 2007.
5. Succi, S., "The Lattice Boltzmann Equation for Fluid Dynamics and Beyond", Oxford University Press, 2001.

(1000 caracteres)