



## General information

**Course unit name:** Non-Equilibrium Statistical Mechanics

**Course unit code:** 572553

**Academic year:** 2015-2016

**Coordinator:** JOSE MIGUEL RUBI CAPACETI

**Department:** Department of Condensed Matter Physics

**Credits:** 3

**Single program:** S

Estimated learning time	Total number of hours 75
<b>Face-to-face learning activities</b>	75
- Lecture	32
- Group tutorial	16
- Problem-solving class	21
- Practical exercises	6

## Competences to be gained during study

### COMPETÈNCIES BÀSIQUES

CB6 - Posseir i comprendre coneixements que aportin una base o oportunitat de ser originals en el desenvolupament i/o aplicació d'idees, sovint en un context de recerca.

CB7 - Que els estudiants sàpiguen aplicar els coneixements adquirits i la seva capacitat de resolució de problemes en entorns nous o poc coneguts dins de contextos més amplis (o multidisciplinaris) relatius al seu camp d'estudi.

CB10 - Que els estudiants posseeixin les habilitats d'aprenentatge que els permetin continuar estudiant d'una manera que haurà de ser en gran manera autodirigida o autònoma.

#### COMPETÈNCIES GENERALS

CG2 - Ser capaç de consultar la bibliografia científica, bases de dades i analitzar documents científicotècnics en anglès.

#### COMPETÈNCIES TRANSVERSALS

CT1 - Ser autònom, dinàmic i organitzat, amb capacitat analítica i de síntesi, amb capacitat d'anàlisi crítica i amb capacitat de prospectiva.

CT2 - Tenir capacitat d'autoavaluació i capacitat autocrítica constructiva.

CT4 - Tenir capacitat d'anàlisi, de síntesi, d'adquirir perspectives globals i d'aplicació dels coneixements a casos pràctics.

#### COMPETÈNCIES ESPECÍFIQUES

CE2 - Comprendre i saber utilitzar les estructures algorísmiques bàsiques en el context de llenguatges de programació d'alt nivell.

CE5 - Comprendre els fonaments matemàtics dels mètodes de modelització més habituals i la seva implementació numèrica computacional

### Learning objectives

#### Referring to knowledge

The course provides a brief introduction to statistical physics of nonequilibrium systems, with applications to physical, chemical and biological systems.

### Teaching blocks

#### 1. Nonequilibrium thermodynamics

\* *Irreversible processes in physics, chemistry and biology. Entropy production. Fluxes and thermodynamic forces. Heat and mass transfer. Hydrodynamics. Stationary states.*

## 2. Fluctuation phenomena

\* Brownian motion. Langevin and Fokker-Planck equations. Fluctuation-dissipation theorem. Master equation. Kinetic theory. Energetics at the mesoscale. Fluctuations in chemical and biological systems.

## 3. Chemical and biochemical reactions

\* Law of mass action. Detailed balance principle. Reaction cycle kinetics. Enzyme catalysis. Energy transduction in proteins.

## 4. Diffusion processes

\* Random walks. Anomalous diffusion. Diffusion in biological cells and in small confined systems. Reaction-diffusion processes. Molecular motors.

## 5. Activated processes

\* Active transport. Rate theory. Nucleation. Molecular self-assembly. Biochemical cycle kinetics. Activated processes in single-molecules.

### Teaching methods and general organization

Thermodynamics and statistical physics

### Official assessment of learning outcomes

Exercises

### Reading and study resources

#### Book

- S.R. de Groot and P. Mazur, Non-equilibrium thermodynamics, Dover, New York, 1985.
- R. Zwanzig, Non-equilibrium statistical mechanics, Oxford University Press, New York, 2001.
- N. G. van Kampen, Stochastic processes in physics and chemistry, Elsevier, Amsterdam 2006.
- K. Huang, Lectures on Statistical Physics and Protein Folding, World Scientific, New Jersey, 2005.
- G.G. Hammes, Thermodynamics and kinetics for the biological sciences, Wiley-Interscience,

New York, 2000.

- R. Glaser, *Biophysics, An Introduction*, Springer Verlag, Berlin, 2012.