

Física Estadística

Codi: 100174
Crèdits: 6

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OT	4	0

Professor de contacte

Nom: Juan Camacho Castro

Correu electrònic: Juan.Camacho@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: espanyol (spa)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: No

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Xavier Alvarez Calafell

Prerequisits

No hi ha prerequisits oficials. Tot i això, se suposa que l'estudiant ha adquirit els coneixements impartits a l'assignatura de Termodinàmica i Mecànica Estadística, especialment els conceptes i mètodes de la teoria de col·lectivitats, i coneixements bàsics de mecànica quàntica.

Objectius

- L'objectiu general de l'assignatura és presentar diferents mètodes de la Física estadística i mostrar un ampli ventall d'aplicacions. Es dona a l'estudiant una visió interdisciplinària de la Física Estadística, amb aplicacions des de partícules elementals a astrofísica, passant per la física de materials, i a àmbits més enllà de la física, com sistemes biològics i sistemes socials.

- Objectius específics:

- 1) Conèixer la teoria de Col·lectivitats i ser capaç d'aplicar-la a l'estudi de sistemes ideals i interactius, incloent transicions de fase i fenòmens crítics

- 2) Conèixer la teoria de Processos estocàstics i ser capaç d'aplicar-la a casos senzills

- 3) Conèixer la teoria Cinètica elemental de processos de transport i ser capaç d'aplicar-la a gasos diluïts i gasos quàntics

- 4) Conèixer mètodes de simulació per a l'anàlisi de sistemes complexos: Montecarlo, dinàmica Browniana, dinàmica de Langevin...

Competències

- Aplicar els principis fonamentals a l'estudi qualitatiu i quantitatiu de les diferents àrees particulars de la física

- Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals
- Conèixer els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- Conèixer les bases d'alguns temes avançats incloent desenvolupaments actuals en la frontera de la física sobre els quals poder-se formar posteriorment amb més profunditat
- Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom
- Desenvolupar la capacitat d'anàlisi i síntesi que permeti adquirir coneixements i habilitats en camps diferents al de la física i aplicar a aquests camps les competències pròpies del grau de Física, aportant propostes innovadores i competitives
- Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua
- Formular i abordar problemes físics identificant els principis més rellevants i utilitzant aproximacions, si fos necessari, per arribar a una solució que ha de ser presentada explicitant hipòtesis i aproximacions
- Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- Respectar la diversitat i pluralitat d'idees, persones i situacions
- Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte
- Treballar en grup, assumint responsabilitats compartides e interaccionant professional i constructivament amb altres amb absolut respecte als seus drets.
- Utilitzar les matemàtiques per descriure el món físic, seleccionant les eines apropiades, construint models adequats, interpretant resultats i comparant críticament amb l'experimentació i l'observació

Resultats d'aprenentatge

1. Analitzar camins aleatoris i utilitzar-los per modelitzar sistemes reals.
2. Analitzar equacions estocàstiques senzilles.
3. Analitzar processos estocàstics i utilitzar-los per modelitzar sistemes físics i en altres àmbits.
4. Analitzar sistemes biològics utilitzant tècniques de la física estadística.
5. Analitzar sistemes de partícules interaccionants mitjançant models senzills i tècniques de simulació.
6. Aplicar correctament la teoria de col·lectivitats a sistemes ideals de partícules distingibles i indistingibles.
7. Aplicar diverses tècniques de simulació per a l'estudi de sistemes amb interacció a casos senzills: Montecarlo, dinàmica molecular, dinàmica browniana i dinàmica de Langevin.
8. Aplicar el concepte de grau de llibertat congelat i despert a la predicció de la capacitat calorífica de gasos.
9. Aplicar la física estadística a sistemes de partícules interaccionants.
10. Aplicar la teoria cinètica a gasos quàntics i predir la conductivitat tèrmica de metalls i aïllants.
11. Aplicar les eines de la teoria cinètica per descriure processos de transport.
12. Aplicar l'estadística de Fermi a un gas degenerat de partícules relativistes.
13. Comunicar eficaçment informació complexa de manera clara i concisa, ja sigui oralment, per escrit o mitjançant TIC, i en presència de públic, tant a públics especialitzats com generals.
14. Deduir les estadístiques clàssiques i quàntiques i aplicar-les correctament a diversos sistemes.
15. Definir magnituds característiques per discernir la rellevància de diferents mecanismes.
16. Descriure el concepte de procés estocàstic i aplicar les seves tècniques bàsiques a la descripció de sistemes físics.
17. Descriure el fonament dels motors brownians.
18. Descriure el transport de ions en membranes passives i actives, i quantificar-lo per a alguns models senzills.
19. Descriure i analitzar els models de Weiss, Landau i Ising de sistemes magnètics amb interacció.
20. Descriure i analitzar la condensació de Bose-Einstein.
21. Descriure i quantificar el moviment brownià.
22. Descriure la desnaturalització tèrmica de l'ADN i quantificar-la per a alguns models senzills.
23. Descriure les col·lectivitats estadístiques més importants i els postulats en què es basa la teoria de col·lectivitats.
24. Descriure qualitativament i quantitativament el comportament dels sistemes a prop dels punts crítics i el concepte d'universalitat.

25. Descriure sistemes biològics utilitzant tècniques de la física estadística.
26. Desenvolupar estratègies d'aprenentatge autònom.
27. Desenvolupar un pensament i un raonament crítics i saber comunicar-los de manera efectiva, tant en les llengües pròpies com en una tercera llengua.
28. Determinar la fracció de molècules adsorbides en una macromolècula en models senzills.
29. Determinar la resposta magnètica d'una nanopartícula superparamagnètica i el comportament d'una dispersió d'aquestes partícules.
30. Discernir entre models de camp mitjà dels que no ho són.
31. Generar propostes innovadores i competitives en la recerca i en l'activitat professional.
32. Predir qualitativament i quantitativament el comportament macroscòpic de sistemes magnètics ideals de moments clàssics i quàntics.
33. Quantificar la contribució de cada grau intern de llibertat a la capacitat calorífica d'un gas de molècules diatòmiques.
34. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
35. Raonar la dependència amb la temperatura de la capacitat calorífica dels electrons i de la xarxa cristal·lina.
36. Respectar la diversitat i la pluralitat d'idees, persones i situacions.
37. Treballar autònomament, tenir iniciativa pròpia, ser capaç d'organitzar-se per assolir uns resultats i planejar i executar un projecte.
38. Treballar en grup, assumir responsabilitats compartides i interaccionar professionalment i de manera constructiva amb altres persones amb un respecte absolut als seus drets.
39. Utilitzar aproximacions de camp mitjà per descriure sistemes físics.

Continguts

1. Procesos estocásticos

- 1.1. Introducción. Movimiento Browniano.
- 1.2. Camino aleatorio.
- 1.3. Ecuación de Langevin.
- 1.4. Ecuación de Fokker-Planck
- 1.5 Motores Brownianos.

2. Resumen de Mecánica Estadística

- 2.1 Colectividades. Postulados
- 2.2 Colectividad microcanónica
- 2.3 Colectividad canónica.
- 2.4 Espectros de energía discretos y continuos
- 2.5 Límites clásico y cuántico. Longitud de onda térmica
- 2.6 Estadística de Maxwell-Boltzmann
- 2.7 Teorema de Equipartición de la energía

3. Gas ideal de moléculas diatómicas

- 3.1 El problema de los calores específicos en gases

3.2 Grados de libertad internos

3.3 Contribución de cada grado de libertad a la capacidad calorífica

3.4 Moléculas poliatómicas

4. Sistemas magnéticos

4.1 Sistemas de espín $1/2$

4.2 Paramagnetismo cuántico

4.3 Paramagnetismo clásico

5. Sistemas biológicos

5.1 Desnaturalización del ADN

5.2 Membranas biológicas

5.3 Curva de saturación de la mioglobina. Isoterma de Langmuir

6. Sistemas con interacción

6.1 Sólidos, líquidos, gases.

6.2 Sistemas magnéticos. Transición ferro-paramagnética

6.3 Modelo de Weiss

6.4 Modelo de Landau

6.5 Modelo de Ising

6.6 Puntos críticos. Universalidad

6.7 Método de Montecarlo. Algoritmo de Metropolis

7. Gas ideal cuántico

7.1 Partículas distinguibles e indistinguibles

7.2 Microestados en mecánica Estadística Cuántica

7.3 Cálculo de la función de partición macrocanónica en un gas ideal

7.4 Estadísticas cuánticas: estadísticas de Bose-Einstein y de Fermi-Dirac

7.5 Gases ideales de bosones y de fermiones

8. Gases ideales de bosones y fermiones

8.1 Gas de bosones.

Fotones. Radiación del cuerpo negro

Fonones. Capacidad calorífica de la red cristalina

Condensación de Bose-Einstein

8.2 Gas de fermiones.

Capacidad calorífica de los electrones

Presión de degeneración de los fermiones

9. Teoría cinética elemental de gases

9.1. Gas diluido en equilibrio

9.2. Coeficientes de transporte

Conductividad térmica de la red cristalina y de los electrones

Metodologia

Classes de Teoria

El professor explicarà el contingut del temari amb el suport de material audiovisual que estarà a disposició dels estudiants al Campus Virtual de l'assignatura amb antelació al inici de cadascun dels temes del curs. És recomanable que els estudiants disposin del material publicat al CV a classe per tal de poder seguir les classes amb més comoditat. Es combinarà l'ús de transparències amb desenvolupaments a la pissarra. Es tractarà d'impulsar la participació dels estudiants durant les classes. El professor resoldrà alguns casos pràctics per tal d'exemplificar la teoria.

Classes de Problemes

El professor resoldrà problemes seleccionats del llistat que trobaran al Campus Virtual. En dates prèviament establertes, els estudiants **en grups de 3 alumnes** lliuraran problemes resolts (un sol lliurament per grup).

Algunes sessions es dedicaran a l'ús d'eines de simulació. Els alumnes faran alguns codis senzills i analitzaran els resultats de la simulació.

Si un grup considera que un participant no hi treballa de forma raonablement equitativa, el pot expulsar del grup.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	15	0,6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39
Classes de teoria	30	1,2	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39
Tipus: Supervisades			
Preparació de les activitats per entregar	10	0,4	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
Tipus: Autònomes			
Estudi i treball autònom	61	2,44	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
Treball en grup	25	1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26,

Avaluació

1. Avaluació en grup. El treball en grup consistirà en la resolució de problemes seleccionats i algunes simulacions numèriques. La qualificació obtinguda en aquesta avaluació en grup representa el 25% de la nota final (individual) de l'assignatura.

2. Avaluació individual: en aquesta part s'avalua individualment els coneixements científico-tècnics de la matèria assolits per l'alumne, així com la seva capacitat d'anàlisi, síntesi i de raonament crític. Consistirà en:

Proves parcials escrites: 75%. Qui aprova per parcials pot anar a l'examen final a pujar nota.

Examen final escrit: 75%

Important: Per fer mitja amb l'altra 25% de la nota, s'ha de treure als exàmens una mitja superior o igual a 4 sobre 10.

No evaluable

S'obtindrà la qualificació de No Avaluable si l'alumne no es presenta a cap examen.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Lliurament de problemes i treballs	25%	0	0	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39
Prova final	75%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39
Proves parcials	75%	6	0,24	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 39

Bibliografia

· Bàsica

- R.K. Pathria, Statistical Mechanics, (2ª Ed), Oxford, Butterworth Heinemann, 1996.
- K. Huang, Introduction to statistical physics, Boca Raton, CRC Press, 2001
- F. Reif, Física estadística. Barcelona, Reverté, 1969
- J. Ortín, J.M. Sancho, Curso de Física Estadística, Barcelona, Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona, cop. 2006

· Complementaria

- D. A. McQuarrie, Statistical Mechanics. University Science Books, cop. 2000.
- D.J. Amit and Y. Verbin, Statistical Physics: An introductory course. Singapore, World Scientific, 1995.
- D. Chandler, Introduction to Modern Statistical mechanics. Oxford, New York, 1987

- C. Fernandez, J.M. Rodríguez Parrondo, 100 problemas de Física Estadística, Madrid, Alianza, 1996
- R. Kubo. Statistical Mechanics: an advanced course with problems and solutions. Amsterdam, North-Holland, 1990.
- K.A. Dill and S. Bromberg. Molecular driving forces: Statistical Thermodynamics in Biology, Chemistry, Physics, and Nanoscience. Garland Science; 2nd edition, 2010.

· **Enllaços web i articles especialitzats**

Els trobareu al Campus Virtual de l'assignatura