

Termodinàmica i Mecànica Estadística

Codi: 100157

Crèdits: 9

Titulació	Típus	Curs	Semestre
2500097 Física	OB	3	A

La metodologia docent i l'avaluació proposades a la guia poden experimentar alguna modificació en funció de les restriccions a la presencialitat que imposin les autoritats sanitàries.

Professor/a de contacte

Nom: Vicenç Mendez Lopez

Correu electrònic: Vicenc.Mendez@uab.cat

Utilització d'idiomes a l'assignatura

Llengua vehicular majoritària: català (cat)

Grup íntegre en anglès: No

Grup íntegre en català: Sí

Grup íntegre en espanyol: No

Equip docent

Juan Camacho Castro

Daniel Campos Moreno

Prerequisits

Es recomana que hagi superat els dos primers cursos.

Objectius

1. Saber distingir un sistema termodinàmic del que no ho és
2. Identificar el sistema i el medi
3. Diferenciar entre variables d'estat o de procés
4. Saber interpretar els diferents tipus de processos termodinàmics
5. Entendre el concepte de límit termodinàmic
6. Deduir la funció de partició d'un sistema i a partir d'ella les equacions d'estat
7. Aplicar el teorema d'equipartició de l'energia
8. Diferenciar entre processos reversibles i irreversibles
9. Canviar de representació en la equació fonamental d'un sistema
10. Entendre el concepte microscòpic de pressió d'un gas
11. Interpretar els criteris d'estabilitat termodinàmica i relaciona-los amb l'aparició de transicions de fase

12. Analitzar les transicions de fase de primer ordre. Entendre la teoria de Landau per les transicions de fase de primer i segon ordre
13. Construir el model d'Ising per la interacció entre dipòls magnètics. Aplicar l'aproximació de camp mig, interacció entre primers veïns i el mètode de la matriu de transferència
14. Distingir entre gas real i ideal. Relacionar el potencial d'interacció intermolecular amb el desenvolupament del virial
15. Comprendre els processos de líquefacció de gasos
16. Interpretar la radiació electromagnètica en equilibri com un gas de bosons en el marc de les estadístiques quàntiques i derivar-ne les equacions d'estat
17. Utilitzar la col·lectivitat macrocanònica per estudiar les fluctuacions del nombre de partícules i l'equilibri de fases

Competències

- Actuar en l'àmbit de coneixement propi valorant l'impacte social, econòmic i mediambiental.
- Conèixer els fonaments de les principals àrees de la física i comprendre'ls
- Desenvolupar estratègies d'anàlisi, síntesi i comunicació que permetin transmetre els conceptes de la física en entorns educatius i divulgatius
- 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
- Raonar críticament, tenir capacitat analítica, fer servir correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics
- 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 els límits a baixa i alta temperatura de qualsevol sistema.
2. Analitzar la informació continguda en els diferents diagrames de fases en equilibri.
3. Calcular el nombre de microestats per a sistemes clàssics i discrets.
4. Calcular el segon coeficient del virial a partir del potencial d'interacció.
5. Calcular la funció de partició d'un sistema en qualsevol col·lectiu.
6. Deducir l'equació fonamental en diferents representacions.
7. Deducir les equacions d'estat d'un sistema a partir de la funció de partició.
8. Descriure la informació continguda en les diferents equacions d'estat d'un sistema.
9. Descriure la informació física continguda en els coeficients del virial.
10. Descriure les propietats que diferencien el comportament real de l'ideal en un gas.
11. Diferenciar els dominis d'actuació de la termodinàmica i de la mecànica estadística.
12. Establir les variables termodinàmiques que descriuen els estats d'equilibri per a diferents sistemes i plantejar l'equació corresponent de Gibbs.
13. Identificar les implicacions socials, econòmiques i mediambientals de les activitats acadèmico professionals de l'àmbit de coneixement propi.
14. Interpretar físicament les derivades parcials de les diferents magnituds termodinàmiques.
15. Precisar la necessitat d'una descripció estadística clàssica o quàntica per a un gas ideal.
16. Raonar críticament, tenir capacitat analítica, usar correctament el llenguatge tècnic i elaborar arguments lògics.
17. Relacionar els criteris d'estabilitat amb els principis de la termodinàmica i verificar l'estabilitat d'un sistema termodinàmic.
18. Transmetre, de forma oral i escrita, conceptes físics de certa complexitat fent-los comprensibles en entorns no especialitzats.

Continguts

1. Estructura formal de la Termodinàmica

1.0. Repas de les lleis de la Termodinàmica

- 1.1. L'equació fonamental
- 1.2. Forma d'Euler de l'energia interna. Equació de Gibbs-Duhem
- 1.3. Transformades de Legendre. Potencials termodinàmics
- 1.4. Relacions de Maxwell per un fluid
- 1.5. Condicions d'estabilitat

2. Descripció microscòpica dels sistemes macroscòpics

- 2.1. Microstats i Macrostats. Espai de fases
- 2.2. Col·lectivitats
- 2.3. Col·lectivitat microcanònica

2.4 Equilibri tèrmic. Connexió Termodinàmica-Mecànica Estadística

- 2.4. Aplicació al gas ideal monoatòmic
- 2.5. Distribució de Maxwell-Boltzmann
- 2.6. Pressió
- 2.7. Efusió
- 2.8. Entropia de Gibbs-Shannon i entropia de Boltzmann

3. Col·lectivitat Canònica

- 3.1. Funció de partició. Degeneració de l'energia
- 3.2. Teorema d'equipartició de l'energia. Aplicacions i limitacions
- 3.3. Sistemes amb distribucions discretes d'energia. Límit continu

4. Sistemes magnètics

- 4.1. Termodinàmica i mecànica estadística de sistemes magnètics
- 4.2. Paramagnetisme clàssic
- 4.3. Paramagnetisme d'spin 1/2. Tractaments microcanònic i canònic
- 4.4. Desimanació adiabàtica

5. Transicions de fase

- 5.1. Classificació. Diagrames P - V , P - μ , P - T . Equació de Clapeyron
- 5.2. Equilibri vapor-fase condensada
- 5.3. El punt crític
- 5.4. Model d'Ising. Aproximació de camp mig. Matriu detransferència.

6. Gasos reals

- 6.1. Factor de compressibilitat. Desenvolupaments del virial
- 6.2. Potencial d'interacció. Funció de partició configuracional
- 6.3. Segon coeficient del virial. Equació de van der Waals
- 6.4. Llei d'estats corresponents
- 6.5. Expansions de Joule i Joule-Kelvin

7. Fotons

7.1. Estadística de bosons i fermions

7.2 Densitat d'energia. Degeneració d'estats

7.3. Distribució de Planck

7.4. Equacions d'estat de la radiació o d'un gas de fotons en equilibri

8. Col·lectivitat macrocanònica

8.1. Funció de partició

8.2. Connexió amb la termodinàmica

Metodologia

METODOLOGIA EN CAS DE PRESENCIALITAT TOTAL

Activitats presencials

Classes magistrals

Les classes magistrals seràn impartides pel professor de teoria on es presentarán els conceptes, desenvolupaments i principis bàsics de l'assignatura

Classes de problemes

El professor de problemes resoldrà a classe alguns dels problemes de la col·lecció que prèviament l'alumne haurà hagut d'intentar resoldre.

També s'intentarà utilitzar dinàmiques de treball en grup i de discussions alternatives.

Classes de tutorització

En cas que l'ensenyament sigui semipresencial es faran classes de dubtes de teoria i problemes dels temes que els alumnes hagin estudiat virtualment

Activitats autònomes

Ressolució de problemes

El professor de problemes entregarà (també serà penjat al campus virtual) un llistat de problemes i de pràctiques d'ordinador que cada alumne haurà de resoldre individualment i lliurar-lo en la data establerta

Estudi

Hem comptabilitzat que l'estudiant ha de dedicar 2 hores d'estudi per cada hora de classe magistral.

METODOLOGIA EN CAS DE CONFINAMENT PARCIAL O TOTAL

En cas de confinament la metodologia docent s'adaptarà a fi de continuar el curs amb la major normalitat possible. Així, les classes de teoria passaran a ser virtuals i si el confinament ho permet, es faran classes de tutoria presencials de forma alternada a cadascun dels dos grups. A les classes virtuals els alumnes hauran de treballar la matèria indicada pel professor de teoria programada per cada setmana. Aquesta matèria consistirà en la teoria i els problemes. Per l'estudi de la teoria els alumnes disposaran d'apunts elaborats pel professorat, llibres, una col·lecció de problemes amb les seves solucions i uns vídeos on es resumiran els conceptes més rellevants. Tot aquest material està disponible al CV. Els dubtes que sorgeixin durant l'estudi es podran consultar al professor en l'horari de classe via correu electrònic o Discord. Addicionalment, si el professor ho considera oportú, es podrà programar una sessió virtual de dubtes via Teams. En cas que el

confinament ho permeti i es puguin dur a terme classes de tutoria presencials, els dubtes es resoldran durant aquestes sessions. A més, s'aprofitaran aquestes sessions per repassar conceptes o realitzar problemes que el professor consideri convenient, donant prioritat a aquells aspectes que més dubtes hagin generat per part dels alumnes.

Nota: es reservaran 15 minuts d'una classe, dins del calendari establert pel centre/titulació, per a la complementació per part de l'alumnat de les enquestes d'avaluació de l'actuació del professorat i d'avaluació de l'assignatura/mòdul.

Activitats formatives

Títol	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Tipus: Dirigides			
Classes de problemes	30	1,2	
Classes magistrals	45	1,8	
Tipus: Autònomes			
Estudi de l'assignatura	92	3,68	
Ressolució de problemes	49	1,96	

Avaluació

Examens parcials i/o final (repesca)

Es faràn dos examens parcials. El primer parcial avaluarà els continguts de la primera meitat del curs, mentre que el segon avaluarà la resta. En cas que la mitjana de parcials sigui inferior a 4 l'alumne haurà de presentar-se a l'examen final per recuperar aquesta part avaluable. No es podrà presentar a l'examen final si prèviament no s'ha examinat dels examens parcials.

Recuperació dels examens

Només es podran presentar a l'examen final/repesca aquells alumnes que s'hagin examinat dels dos parcials i tinguin una nota mitjana de parcials sigui inferior a 4 o bé els alumnes que hagin superat els examens parcials i vulguin pujar nota. En aquest darrer cas quedarà la major de les qualificacions obtingudes (mitjana de parcials o repesca)

Lliurament del problemes

Els problemes que s'han d'entregar seràn avaluats i les seves respostes es publicaran al campus virtual. Aquesta part avaluable no es recupera

Qualificació final

La nota final de l'assignatura es calcula a partir dels percentatges especificats sempre i quan l'alumne hagi superat els examen parcials o el final. La nota final serà el 70 % de l'examen final/mitjana de parcials més el 30 % dels problemes entregats si la nota de l'examen final és superior o igual a 4. En cas contrari l'alumne està suspès.

No Presentat

Es considerarà NO PRESENTAT quan l'alumne no es presenta a cap examen o bé es presenta només a un dels dos examens parcial i no es presenta a l'examen final. Els altres casos es consideraran com a

PRESENTAT és a dir: si ha presentat als dos parcials, si ha presentat només al final/repesca o si s'hapresentat a algun dels parcials i al final.

NOTA

En cas de docència semipresencial o virtual la metodologia d'avaluació seguirà sent la mateixa que en cas de presencialitat total.

Activitats d'avaluació

Títol	Pes	Hores	ECTS	Resultats d'aprenentatge
Examen de repesca	70%	3	0,12	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18
Examen primer parcial	35%	3	0,12	3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 15, 17
Examen segon parcial	35%	3	0,12	1, 2, 4, 9, 10
Lliurament de problemes	30%	0	0	13, 16

Bibliografia

Bibliografía moderna

- Robert H Swendsen, *An Introduction to Statistical Mechanics and Thermodynamics* (Oxford Univ. Press, 2012)
- S. K. Roy, *Thermal Physics And Statistical Mechanics* (New Age International Publishers, 2001)
- K. Huang, *Introduction to Statistical Physics*, CRC, 2001
- D. V. Schroeder, *An Introduction to Thermal Physics*, Addison Wesley, 2000
- S. J. Blundell and K. M. Blundell, *Concepts in Thermal Physics*, Oxford UP, 2006
- M. Criado-Sancho y J. Casas-Vázquez, *Termodinámica química y de los procesos irreversibles*, Pearson/Addison Wesley, Madrid, segona edició, 2004.
- Yi-Chen Cheng, *Macroscopic and Statistical Thermodynamics* (World Scientific, 2006)

Bibliografía clàssica

- J. J. Brey, J. de la Rubia, J. de la Rubia, *Mecánica Estadística*, UNED, 2001
- R. Kubo, *Thermodynamics*, North Holland, Amsterdam, 1968.
- F. Reif, *Fundamentals of Statistical Physics and Thermal Physics*, McGraw-Hill, 1985
- D. A. McQuarrie, *Statistical Mechanics*, Harper Collins, 1976
- M.W. Zemansky y R.H. Dittman, *Calor y Termodinámica*, McGraw-Hill, Madrid, 1990.
- C.J. Adkins, *Termodinámica del equilibrio*, Reverté, Barcelona, 1977.
- P.W. Atkins, *La Segunda ley*, Prensa científica, Barcelona 1992.

Programari

S'utilitzarà el programari en Python per les activitats de simulació durant el segon quadrimestre