UNIVERSITÀ DI PAVIA

Anno Accademico 2019/2020

MECCANICA SUPERIORE

Anno immatricolazione	2019/2020
Anno offerta	2019/2020
Normativa	DM270
SSD	MAT/07 (FISICA MATEMATICA)
Dipartimento	DIPARTIMENTO DI MATEMATICA 'FELICE CASORATI'
Corso di studio	MATEMATICA
Curriculum	PERCORSO COMUNE
Anno di corso	1°
Periodo didattico	Primo Semestre (30/09/2019 - 10/01/2020)
Crediti	6
Ore	48 ore di attività frontale
Lingua insegnamento	ITALIANO
Tipo esame	ORALE
Docente	VIRGA EPIFANIO GUIDO (titolare) - 6 CFU
Prerequisiti	Il titolo di questo corso monografico si potrebbe condensare in una sola parola: Entropia. Il corso si propone di rivisitare in termini matematici il secondo principio della termodinamica nella sua accezione più ampia. Partendo dalla definizione classica di Clausius e passando per la definizione cinetica di Boltzmann, si giungerà alle interpretazioni più moderne dell'entropia, nell'ambito classico come in quello quantistico. Si affronteranno le forze entropiche, che dalla seconda metà del secolo scorso, grazie soprattutto ad Onsager, si sono rivelate capaci di determinare da sole, senza il concorso dell'energia, le transizioni di fase nella materia condensata, soprattutto soffice. Il corso si propone anche di calcolare l'entropia di sistemi particolari, inclusi gli elastomeri e le leghe a memoria di forma. Il corso presuppone buone conoscenze di base di Meccanica Analitica e Termodinamica, che sono generalmente presenti nei curricula delle lauree triennali in Matematica, Fisica ed Ingegneria.

Obiettivi formativi

L’obiettivo del corso è contribuire a completare la formazione degli studenti in quegli aspetti modellistici che trovano sempre più spazio negli studi analitici e numerici moderni, ma che, se trascurati, ne possono facilmente inficiare la pregnanza per le applicazioni reali. Al termine del corso, lo studente dovrebbe essere in grado di calcolare autonomamente l'entropia di alcuni sistemi e costruire per essi il funzionale dell'energia libera. Dovrebbe inoltre saper riconoscere quando una teoria matematica per la materia è fondata su solidi principi primi e quando è solo formulata in obbedienza a soli requisiti di risolubilità analitica. Ci si attende inoltre che gli studenti acquisiscano una sensibilità storica verso l'origine e lo sviluppo del concetto di entropia che li ponga al riparo dalle banalizzazioni di tanta disinformata divulgazione.

Programma e contenuti

1. L’entropia di Clausius: Base storica; premesse termodinamiche; il secondo principio della termodinamica.
2. L’entropia di Carathéodory: Temperatura empirica; assioma di Carathéodory; la temperatura assoluta; la crescita dell’entropia.
3. L’entropia di Boltzmann: Funzione di distribuzione; flusso di entropia; riformulazione ed estrapolazione dell’entropia di Boltzmann; costante dell’entropia e quantizzazione dello spazio delle fasi.
4. Entalpia: Equazione di stato; casi particolari; l’equazione di van der Waals.
5. Gas e gomma: Componenti energetica ed entropica in elasticità; elasticità entropica; forze entropiche; entropia e disordine; entropia di un elastico di gomma.
6. Termodinamica statistica: Ensemble canonico; ipotesi ergodica.
7. Entropia ed energia: Sinossi di termodinamica; energia potenziale; potential energies; energia libera; minimizzazione dell’energia libera; competizione tra energia ed entropia.
8. Transizioni di fase: Interazioni molecolari; fasi in equilibrio; transizione di fase in un gas di van der Waals; teoria entropia di Onsager per i cristalli liquidi.
9. Leghe a memoria di forma: Fenomeni ed applicazioni; modello statistico per le leghe a memoria di forma; stabilizzazione entropica; pseudo-elasticità.
10. Il terzo principio della termodinamica: Costante dell’entropia e costante di Planck; la sconfitta dell’entropia.
11. Il paradosso di Gibbs: Entropia di mescolamento; lo psuedo-paradosso di Gibbs.
12. Termodinamica della radiazione: Equazione di trasporto dei fotoni; la distribuzione di Planck; fonti dissipative e radiative d’entropia.

Metodi didattici

Il corso sarà prevalentemente impartito attraverso tradizionali lezioni frontali del docente alla lavagna. Poiché il corso si ispira in parte anche ai Reading Courses della tradizione anglosassone (primariamente inglese), è previsto che gli studenti tengano dei seminari di approfondimento sui temi trattatati a lezione, attraverso i quali affinare le loro capacità critiche e comunicative. I seminari saranno concordati e prepararti in collaborazione con il docente, potranno riguardare aspetti teorici, computazionali o divulgativi, secondo le inclinazioni dello studente.

Testi di riferimento

1. I. Mueller, W. Weiss, Entropy and Energy, Springer-Verlag, Berlin, 2005, ISBN: 978-3-540-24281-9.
2. I. Mueller, A history of thermodynamics, Springer-Verlag, Berlin, 2007, ISBN: 978-3-540-46226-2.
3. R.H. Swendsen, An introduction to statistical mechanics and thermodynamics, Oxford University Press, Oxford, 2012, ISBN: 978-0-19-964694-4.
4. P. Podio-Guidugli, Continuum thermodynamics, Springer Nature, 2019, ISBN: 978-3-030-11156-4.

Modalità verifica apprendimento

La natura dialettica di questo corso si presta a forme meno tradizionali di valutazione dell'apprendimento. I seminari previsti per gli studenti, eventualmente integrati da domande nel corso della discussione pubblica, formeranno la base per la valutazione finale.

Altre informazioni

Obiettivi Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile	$lbl_legenda_sviluppo_sostenibile