UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Thermal Physics

2627-1-E3004Q003-E3004Q00302

Obiettivi

- Fornire agli studenti le basi di termodinamica, di meccanica statistica, dei meccanismi di trasporto del calore e dei potenziali termodinamici. Acquisire la capacità di schematizzare un fenomeno, individuare le leggi fondamentali che lo governano e utilizzare questi elementi per risolvere diverse tipologie di problemi.

In particolare:

- Conoscenza e capacità di compresione: entro la fine del corso, ogni studente sarà a conoscenza delle leggi e principi fondamentali che regolano i processi termodinamici, dei fondamenti di meccanica statistica, dei potenziali chimici, e dei processi che permettono di traspostare del calore
- Conoscenza e capacità di compresione applicate: ogni studente sarà in grado di applicare i concetti citati sopra e di utlizzarli per descrivere la dinamica delle trasformazioni termodinamiche dei gas ideali, il funzionamento di macchine termiche e frigorifere, calcolo di variazioni entropiche e di potenziali chimici.
- Abilità comunicative: ciascun studente sarà in grado di costruire un ragionamento analitico con chiarezza e precisione, sia in forma scritta che orale. Sarà inoltre capace di spiegare tutti i passaggi logici necessari per descrivere un processo termodinamico ed elaborare una previsione analitica (modellizzazione) del suo comportamento.
- Capacità di apprendere: lo studente acquisirà nuovi concetti e svilupperà la capacità di applicarli in contesti differenti durante la risoluzione di esercizi. Questo corso costituisce una base per studi più avanzati in fisica.

Contenuti sintetici

- Grandezze termodinamiche, funzioni di stato, equilibrio termico
- Trasformazioni termodinamiche e gas ideali
- Primo e secondo principio della Termodinamica
- Cicli termici e variazioni entropiche

- Gas reali e transizioni di fase
- Potenziali termodinamici
- Sistemi aperti e entropia di mixing
- Sistemi PVT e relazioni di Maxwell
- Trasporto del calore
- Teoria cinetica dei gas ideali, interpretazione statistica di temperatura e entropia
- Introduzione alla meccanica delle onde

Programma esteso

- *Introduzione:* sistemi termodinamici, grandezze termometriche, variabili e funzioni di stato termodinamiche, equilibrio termico (principio zero della termodinamica).
- *Calorimetria:* sorgenti di calore, capacità termica, calori specifici, dilatazione termica, calori latenti.
- *Trasformazioni termodinamiche:* lavoro e calore, energia interna, primo principio della termodinamica, processi reversibili ed irreversibili.
- *Modello del gas ideale:* equazione di stato, trasformazioni reversibili (isocore, isobare, isoterme, adiabatiche) e rappresentazione nel piano di P-V, espansione libera di Joule, legge di Mayer.
- *Cicli termici:* macchine termiche e rendimento, cicli frigoriferi e pompe di calore, coefficiente di prestazione.
- *Secondo principio della termodinamica:** teorema di Carnot e di Clausius, definizione di entropia, trasformazioni reversibili e irreversibili.
- *Applicazioni:* calcolo di variazioni entropiche per trasformazioni dei gas ideali, scambi di calori tra due corpi o tra sorgenti, variazioni di temperatura in solidi o liquidi, transizioni di fase.
- *Gas reali:* equazione di stato di Van der Waals e legge di Clapeyron.
- *Potenziali termodinamici:* entalpia, energia di Gibbs e Helmholtz, potenziale chimico e loro applicazioni.
- *Entropia di mixing e sistemi aperti*
- *Sistemi PVT:* relazioni di Maxwell, coefficienti di dilatazione e compressibilità, transizioni di fase, punto critico e punto triplo, espansione di Joule-Thomson.
- *Meccanismi di propagazione del calore:* convezione, conduzione ed irraggiamento
- *Fondamenti di meccanica statistica:* teoria cinetica dei gas ideali, distribuzione di Boltzman-Maxwell, libero cammino medio, interpretazione statistica di temperatura e entropia, principio di equipartizione dell'energia.
- *Meccanica delle onde:* onde meccanica, equazione di d'Alambert e sue soluzioni, onde longitudinali e trasversali, onde di pressione in un gas (suono), energia trasportata, onde stazionarie e pacchetti d'onda

Prerequisiti

Gli studenti devono possedere conoscenze di matematica e fisica di base che vengono trattati durante il primo semestre nei corsi di "Calculus I" e "Mechanics".

Modalità didattica

- 34 ore di lezione frontale svolte in modalità erogativa, di cui 18 in presenza e 16 da remoto. Registrazioni delle lezioni saranno rese disponibili online.
- 14 ore di esercitazioni svolte in modalità interattiva, durante le quali gli studenti vengono coinvolti nella risoluzione dei problemi proposti: 6 ore sono previste in presenza e 8 ore da remoto. Registrazioni delle lezioni saranno rese disponibili online.

Materiale didattico

I testi di riferimento per il corso sono:

- A.M. Steane, “Thermodynamics: A complete undergraduate course”, Oxford Academic (x)
- A. Rex, C.B.P. Finn, “Thermal Physics”, CRC Press
- E. Fermi, “Thermodynamics”, Dover Books
- S.J. Blundell, “Concepts in Thermal Physics”, Oxford University Press (x)

(x) Disponibile anche in formato e-book attraverso la biblioteca d’ateneo)

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Secondo semestre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

- È prevista una prova scritta basata sulla risoluzione di esercizi e/o problemi di termodinamica. La prova scritta, solo se superata con voto sufficiente, sarà seguita da una prova orale che si basa su una discussione sugli argomenti del corso e può anche prevedere la risoluzione di un problema.
- Dopo il superamento della prova scritta è possibile sostenere la prova orale in qualsiasi appello del medesimo anno accademico. Il superamento della prova scritta rimane valido anche se la prova orale non viene superata.
- Gli orali vengono effettuati a partire dai giorni successivi alla pubblicazione degli esisti della prova scritta. Verrà pubblicato sulla pagina e-learning del corso un calendario con le date disponibili per le prove orali alle quali gli studenti potranno iscriversi.

Il risultato finale non è una media aritmetica tra la prova orale e scritta, viene determinato sulla base di:

- Esattezza precisioni e esposizione della risoluzione degli esercizi della prova scritta
- Conoscenza degli argomenti, capacità di applicarli e capacità espositiva (proprietà di linguaggio, chiarezza, prontezza di risposta) durante la prova orale

Orario di ricevimento

Il docente è sempre disponibile per discutere con gli studenti. L’orario di ricevimento deve essere concordato o a margine di una lezione o via e-mail.

Sustainable Development Goals

ISTRUZIONE DI QUALITÁ | LAVORO DIGNITOSO E CRESCITA ECONOMICA | IMPRESE, INNOVAZIONE E

INFRASTRUTTURE