

NTMF043: Termodynamika a statistická fyzika I

Zimní semestr 2022/23

Průběh zkoušky

- Zkouška je ústní. V případě nejasného hodnocení může být zadána jednoduchá výpočetní úloha.
- Zkoušení proběhne v předepsaných časových slotech o délce maximálně 90 minut. Předpokládá se 45 minut na přípravu a dalších maximálně 45 minut zkoušení.
- Student dostane dvě náhodně vylosované otázky/témata. Během přípravy není dovoleno používat poznámky ani jinou literaturu.
- Budu se snažit vypsát dostatek termínů i pro případné opakování zkoušky. Přednost zápisu mají studenti při svém prvním nebo druhém pokusu. Zápis na případný třetí pokus si proto prosím domluvte předem e-mailem. Po domluvě budu zkoušet také během letního semestru a dalšího zkouškového období.
- Zkoušení bude probíhat prezenčně.
- Distanční zkoušení bude umožněno individuálně pouze v odůvodněných případech, pokud nebude možné zkoušku přesunout do semestru.

Požadavky ke zkoušce

Matematika

- úplné a neúplné diferenciály, integrační faktor
- řešení rovnic ve tvaru totálního diferenciálu
- derivování složených a implicitních funkcí
- Legendreovy transformace

Základní pojmy

- mikrostav, makrostav, stav termodynamické rovnováhy, empirická teplota
- intenzivní a extenzivní termodynamické proměnné, stavové rovnice
- stavové rovnice ideálního a van der Waalsova plynu
- práce, teplo, adiabatické a další děje, kvazistatické procesy, cyklické procesy

Základní termodynamické zákony

- nultý zákon a existence teploty jako stavové proměnné
- první zákon a existence vnitřní energie jako stavové proměnné
- druhý zákon a důsledky
 - ekvivalence různých formulací
 - Carnotův teorém a absolutní TD teplota
 - Clausiova nerovnost a existence entropie jako stavové proměnné

Entropie

- základní vlastnosti
- důsledky existence - podmínky integrability stavových rovnic
- extenzivita entropie, Eulerova rovnice, chemický potenciál, Gibbsův-Duhemův vztah
- teorém maximální práce

Fundamentální rovnice a termodynamické potenciály

- axiomatická termodynamiky – výchozí postuláty
- entropická a energetická reprezentace fundamentální rovnice, princip extrému
- Legendreovy transformace a termodynamické potenciály
 - základní termodynamické potenciály a jejich fyzikální význam
 - principy extrémů pro termodynamické potenciály
- Maxwellovy relace
 - koeficienty lineární odezvy, postup redukce derivací
 - základní aplikace – Meyerův vztah, volná expanze, Joule-Thomsonův jev

Podmínky rovnováhy a stability

- význam intenzivních parametrů, stavové rovnice
- podmínky stability pro entropii a další termodynamické potenciály
- základní důsledky pro koeficienty lineární odezvy

Fázové přechody

- oblasti nestability termodynamických potenciálů
- nestabilní izoterma van der Waalsova plynu, Maxwellova konstrukce
- křivka koexistence, latentní teplo, Clapeyronova rovnice
- fázový diagram, Gibbsovo pravidlo fází
- kritický bod, spojité fázové přechody

Statistická fyzika

Statistickou fyziku budu zkoušet na elementární úrovni – v zásadě stačí znát význam elementárních pojmů, Liouvilleův teorém a „praktickou kuchařku“ k základním probraným statistickým souborům. Kvantovou statistickou mechaniku stačí znát pouze na odpřednesené úrovni – operátor hustoty a jeho základní vlastnosti, čistý stav vs. smíšený stav, pro samotný výpočet partiční sumy „integrál přes fázový prostor nahradíme sumou přes kvantové stavy“.

- fázový prostor, mikrostav
- statistický popis makrostavu, hustota pravděpodobnosti na fázovém prostoru
- Liouvilleův teorém
- mikrokanonický soubor – popis izolovaného systému
 - princip stejných pravděpodobností
 - objem fázového prostoru, Boltzmannova entropie
 - výpočet termodynamických veličin (fundamentální rovnice)
- kanonický a grandkanonický soubor
 - fyzikální význam, rovnovážná hustota pravděpodobnosti
 - výpočet a význam partiční funkce
 - výpočet termodynamických veličin, variace termodynamických veličin
- Gibbsova entropie