

A statisztikus fizika alapjai

előadás tematikája

2010/2011. tavaszi félév

Sűrűség-ingadozások ideális gázban

(A részecskeszám eloszlása részterfogatban, a termodinamikai határeset vizsgálata)

Az ideális gáz állapotegyenlete

(Bernoulli-formula: kapcsolat a nyomás és az atomok átlagos kinetikus energiája között, Bernoulli-formula levezetése a viriál-tétel segítségével, a hőmérséklet kinetikai értelmezése)

Az atomok sebességeloszlása ideális gázban

(A sebességeloszlás értelmezése. A Maxwell-féle sebességeloszlás levezetése, karakterisztikus sebességek. Kísérleti ellenőrzés, spektrumvonalak Doppler-szélesedése)

Stacionárius kvantumállapotok multiplicitása

(Az állapot multiplicitásának fogalma. A multiplicitás meghatározása bináris atomok rendszerében. A termodinamikai határeset vizsgálata, a multiplicitás függvény logaritmusának extenzív jellege. Az állapotszámlálás és a multiplicitás értelmezése klasszikus mechanikai rendszerekben a korrespondencia elv alapján, pl. lineáris oszcillátor)

Makroszkopikus zárt rendszer egyensúlyi állapota (mikrokanonikus sokaság)

(Makro- és mikroállapotok, az egyenlő valószínűség elve. Makroszkopikus részrendszer energiájának eloszlása. Az energia legvalószínűbb értéke és szórása. Stabilitás: az entrópia maximum elégséges feltétele)

A statisztikus entrópia és hőmérséklet

(A statisztikus entrópia és hőmérséklet definíciója. Bináris atomok rendszerének entrópiája, hőmérséklete és hőkapacitása. Negatív hőmérsékletű állapotok. A gerjesztett állapot betöltöttsége)

Fizikai rendszer adott hőmérsékletű környezetben (kanonikus sokaság)

(Véges részrendszer energiájának eloszlása bináris atomok rendszerében. Környezetével energiát cserélő rendszer energiájának eloszlása: állapotösszeg, az energia várható értéke, hőkapacitás. Klasszikus mechanikai rendszer energia-eloszlása és állapotösszege)

A kanonikus sokaság egyszerű alkalmazásai

(Egyszerű rendszerek adott hőmérsékletű környezetben: Bináris atom. Klasszikus lineáris oszcillátor. Lineáris kvantum-oszcillátor, alacsony és magas hőmérsékletű határeset. Az ekvipartíció tétele. Szilárdtestek hőkapacitása: Dulong–Petit-szabály. Klasszikus egyatomos ideális gáz: Maxwell-féle sebesség eloszlás, az energia várható értéke, hőkapacitás. Belső szabadsági fokok: spin, molekulák rezgése és forgása, a szabadsági fokok „befagyása”. Ülepedési (szedimentációs) egyensúly. $\frac{1}{2}$ spinű mágneses momentum mágneses térben. Klasszikus mágneses momentum mágneses térben)

A kanonikus sokaság alkalmazása makroszkopikus rendszerekre

(Bináris atomokból álló rendszer állapotösszegének és szabadenergiájának kapcsolata. Az entrópia számítása kanonikus sokaságban. A klasszikus ideális gáz állapotösszege, azonos részecskék megkülönböztethetlenségének figyelembevétele. Az ideális gáz entrópiája, nyomása és kémiai potenciálja. A klasszikus leírás érvényességének feltétele)

Ideális kvantumgázok

(Azonos részecskék megkülönböztethetlensége: fermionok és bozonok. A kvantum-gázok energia sajátállapotainak jellemzése betöltési számokkal. Betöltési számok várható értéke Fermi-gázban. Zérushőmérsékletű Fermi-gáz: Fermi-energia és impulzus, alapállapot

energia, nyomás. Alacsony hőmérsékletű Fermi-gáz hőkapacitásának és paramágneses szuszceptibilitásának heurisztikus becslése. A klasszikus közelítés feltétele)

Nem-egyensúlyi folyamatok, master-egyenlet

(A nem-egyensúlyi eloszlásfüggvény időbeli változásának meghatározása az elemi átmeneti valószínűségek segítségével (master-egyenlet). $\frac{1}{2}$ spinű mágneses momentum eloszlásfüggvényének változása, a mágnesezettség relaxációja. Bolyongási probléma láncon: lépések legközelebbi szomszéd rácspontra, a részecske helyének várható értéke és szórása, diffúziós állandó. A folytonos határeset. Általánosítás: tetszőleges nagyságú lépések véges négyzetes szórású eloszlással, normális diffúzió. Anomális diffúzió)

Gázok elemi kinetikus elmélete

(Karakterisztikus hosszúságok: a kölcsönhatás hatótávolsága, a közepes szabad úthossz, hidrodinamikai hosszúságok, a hosszúságok viszonyai a kinetikus elméletben. Molekulák kölcsönhatása, az ütközési hatáskeresztmetszet fogalma. A közepes szabad úthossz, az ütközési szám elemi becslése. Transzportegyütthatók definíciója. A belső súrlódás és a hővezetés elemi kinetikai elmélete, a belső súrlódási együttható és a hővezetőképesség becslése)