

# A statisztikus fizika alapjai

előadás tematikája

2009/2010. tavaszi félév

## Sűrűség-ingadozások ideális gázban

(A részecskeszám eloszlása résztérfogatban, 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 oszcilátor.)

## Makroszkopikus zárt rendszer egyensúlyi állapota (mikrokanonikus sokaság)

(Makro- és mikroállapotok, az egyenlő valószínűség elve. A statisztikus entrópia és hőmérséklet definíciója. Bináris atomok rendszerének entrópiája, hőmérséklete és hőkapacitása. Negatív hőmérsékletű állapotok)

## Makroszkopikus részrendszerek termikus kapcsolata

Makroszkopikus részrendszer energiájának eloszlása. Az energia legvalószínűbb értéke és szórása. Stabilitás: az entrópia maximum elégséges feltétele.)

## 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,  $\frac{1}{2}$  spinű mágneses momentum mágneses térben. 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”)

## 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)

## Ideális kvantumgázok

(Azonos részecskék megkülönböztethetlensége: Fermi- és Bose-statisztika. A kvantumgázok energia sajátállapotainak jellemzése betöltési számokkal. Betöltési számok várható értéke klasszikus ideális gázban, a klasszikus leírás érvényességi határai. Betöltési számok várható értéke Fermi-gázban. Zérushőmérsékletű Fermi-gáz: Fermi-energia és impulzus,

alapállapotú energia, nyomás. Alacsony hőmérsékletű Fermi-gáz hőkapacitásának és paramágneses szuszceptibilitásának heurisztikus becslése)

#### Nem-egyensúlyi folyamatok, master-egyenlet

A nem-egyensúlyi eloszlásfüggvény időbeli változásának meghatározása az elemi átmeneti valószínűségek segítségével.  $\frac{1}{2}$  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 kinetikus elmélete, a belső súrlódási együttható és a hővezetőképesség becslése.