

(1) Kvantum statisztikák.

Vizsgáljunk egy rendszert, ami 3, nem-kölcsönható részecskéből áll, s amely egy T hőmérsékletű hőterálya van egyensúlyban. A részecskék három kvantumállapotban lehetnek, amelyeknek az energiája 0 , ε és 3ε . Határozzuk meg a rendszer állapotösszegét, ha a részecskék

- (i) megkülönböztethetők, s a klasszikus Maxwell-Boltzmann statisztikával leírhatók;
- (ii) megkülönböztethetetlen fermionok;
- (iii) megkülönböztethetetlen bozonok.

Elmélkedjünk az eredmény felett!

(2) Fermi energia.

Hasonlítsuk össze a következő rendszerek Fermi energiáit!

- (a) Szilárd Na vezetési elektronjai (atomsúly 23 , sűrűség 0.95g/cm^3 , atomonként egy vezetési elektron);
- (b) neutronok nehéz magokban (magsugár $\approx 10^{-15}\text{m}$);
- (c) folyékony He^3 (egy He^3 atomra jutó térfogat: $4.62 \cdot 10^{-29}\text{m}^3$).

(3-4) A réz alacsonyhőmérsékleti tulajdonságai.

Az alábbi ábra a réz fajhőjét (C_V) mutatja alacsony hőmérsékleten.

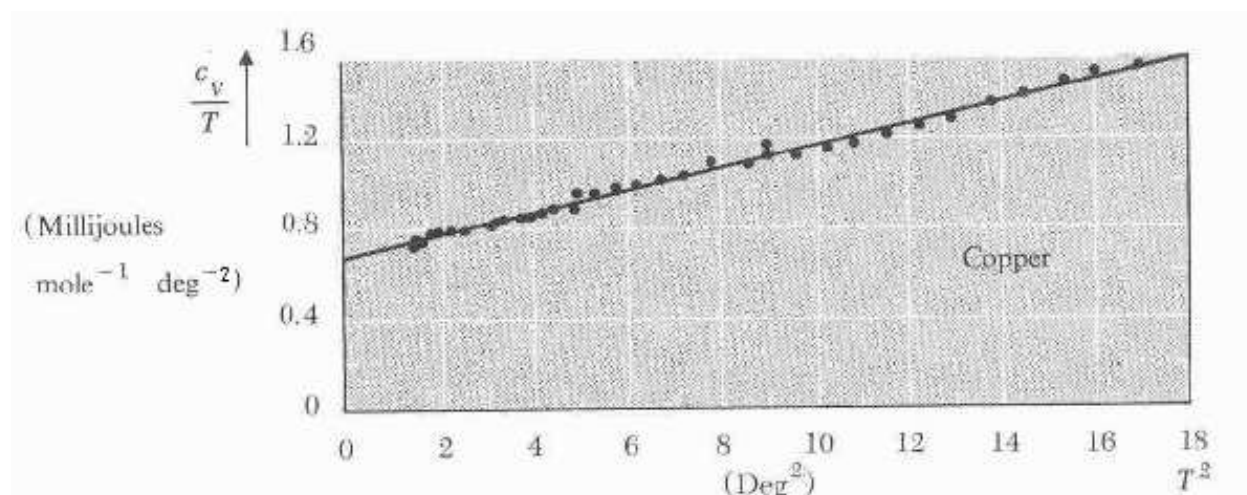


FIG. 1: A réz alacsonyhőmérsékleti fajhője [Corak et.al kísérlete, Phys.Rev.**98**, 1699 (1955)].

- (a) Értelmezzük a fenti ábrát az elektronok és a fononok fajhőbe adott járulékanak összegeként!
- (b) Határozzuk meg a fenti ábrából a réz Fermi energiáját!
- (c) Keressük ki táblázatokból a réz sűrűségét és atomsúlyát, s a fenti ábrát használva számítsuk ki, hogy atomonként hány vezetési elektron van a rézben!
- (d) Becsüljük meg milyen hőmérséklettartományban válik az elektronok fajhőbe adott járuléka elhanyagolhatóvá a fononok járuléka mellett!
- (e) Becsüljük meg a hang terjedési sebességét rézben!

(5) Electrongáz paramágneses szuszceptibilitása.

Írjuk fel az ideális Fermi gáz paramágneses (Pauli) szuszceptibilitását (azaz fejezzük be az előadáson megkezdett számolást)! Határozzuk meg a $T \rightarrow 0$ határesetet (ahol a Fermi gáz teljesen degenerált), s hasonlítsuk össze az eredményt a magashőmérsékleti határesettel (ahol az eloszlás a klasszikus Boltzmann eloszlássá válik). Számoljuk ki az alacsony hőmérsékleti első korrekciót a $T = 0$ eredményhez!