Statistična termodinamika 2009/10

2. kolokvij

3. 2. 2010

1. Plin dendrimerskih molekul veže parska interakcija

$$\phi(r) = \phi_0 \exp\left[-(r/\sigma)^2\right]$$

s $\phi_0 = 5 \times 10^{-4}$ eV in $\sigma = 5$ nm. Pri 300 K je v m^3 plina 10^{24} molekul. Izračunajte drugi virialni koeficient! Za koliko odstotkov odstopa pri teh pogojih tlak plina od rezultata za idealni plin? — S plinom, ki je sprva pri omenjenih pogojih, napravimo Hirnov poskus. Kolikšna je sprememba temperature, če pade pri poskusu gostota plina na stotino začetne vrednosti?

2. Mrežna nihanja v dvorazsežni trdnini opišemo z Debyevim modelom. Določite Debyevo frekvenco, če je hitrost zvoka v trdnini enaka 2800 m/s, številska gostota atomov $2 \times 10^{20}/\mathrm{m}^2$, polarizaciji pa sta dve! Kolikšen je prispevek mrežnih nihanj k specifični toploti dvorazsežne trdnine pri 3 K? — Kolikšno je odstopanje specifične toplote od visokotemperaturne limite pri 1800 K? *Namig:* Pri računu odstopanja si pomagajte s primernim razvojem v potenčno vrsto!

$\int_0^\infty \exp(-ax^2)\,\mathrm{d}x = \frac{\sqrt{\pi}}{2\sqrt{a}}$	$\int_0^\infty \frac{x\,\mathrm{d}x}{\exp(x)-1} = \frac{\pi^2}{6}$	$\int_0^\infty \frac{x\,\mathrm{d}x}{\exp(x)+1} = \frac{\pi^2}{12}$
$\int_0^\infty x \exp(-ax^2)\,\mathrm{d}x = \frac{1}{2a}$	$\int_0^\infty \frac{x^2\,\mathrm{d}x}{\exp(x)-1} \approx 2.404$	$\int_0^\infty \frac{x^2\,\mathrm{d}x}{\exp(x)+1} \approx 1.803$
$\int_0^\infty x^2 \exp(-ax^2)\,\mathrm{d}x = \frac{\sqrt{\pi}}{4\sqrt{a^3}}$	$\int_0^\infty \frac{x^3\,\mathrm{d}x}{\exp(x)-1} = \frac{\pi^4}{15}$	$\int_0^\infty \frac{x^3\,\mathrm{d}x}{\exp(x)+1} = \frac{7\pi^4}{120}$
$\int_0^\infty x^3 \exp(-ax^2)\,\mathrm{d}x = \frac{1}{2a^2}$	$\int_0^\infty \frac{x^4\,\mathrm{d}x}{\exp(x)-1} \approx 24.886$	$\int_0^\infty \frac{x^4\,\mathrm{d}x}{\exp(x)+1} \approx 23.331$