Termofysik HT 2005 Räkneövning 6 (behandlas Tor 20.11 kl. 16:15)

1. Mandl 7.1.

2. Mandl 7.2.

3. Mandl 7.8.

4. Under föreläsningarna härleddes sambandet mellan den II virialkoefficienten och den intermolekylära potentialen:

$$\boxed{B(T) = -\frac{I_2}{2} = -2\pi \int dr r^2 \left[e^{-V(r)/k_B T} - 1 \right]} \tag{1}$$

Lennard-Jones-potentialen

$$V(r) = 4\varepsilon \left\{ (\frac{\sigma}{r})^{12} - (\frac{\sigma}{r})^{6} \right\} \tag{2}$$

och för Ar har parametrarna anpassats till experiment så att $\varepsilon = 167 \times 10^{-23}$ J och $\sigma = 3.40$ Å.

Experimentellt data för Ar är B = -184, -48, -16, 12, 22 cm ^{3}/mol vid T = 100, 200, 300, 600 respektive 1000 K [CRC 82nd ed. sid 6-25]. Beräkna $B(T)$ för Lennard-Jones-potentialen för Ar för dessa 5 temperaturer och jämför med experiment. Vad innebär resultatet?

Tips: det lönar sig antagligen att beräkna integralen numeriskt.

5. Vad är den mest sannolika hastigheten för en vattenmolekyl i en Koskenkorva-flaska vid -18°C? Och vad är medelhastigheten för en alkoholmolekyl i din mage efter att du tömt flaskan?

6. Anta att jonosfärens temperatur är konstant = 2000 K. Uppskatta hur stor andel av dess a) heliumatomer b) syremolekyler har tillräkligt stor vertikal hastighetskomponent för att fly ur jordens gravitationsfält. Jordens flykthastighet v_{esc} = 11 km/s. Notera att

$$erf(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-x^2} dx \tag{3}$$

finns tabulerad i matematiska tabeller, och att

$$erf(x) \approx \frac{1}{2} - \frac{1}{2\sqrt{2}x} e^{-x^2},\ x \gg 1.$$