

Uppgifterna lämnas in **onsdagen den 21.11 före klockan 12** till Termofysik-lådan på andra våningen i Physicum. Övningstillfället hålls **torsdagen den 22.11 klockan 14** i Acceleratorlabbet. Vi träffas efter föreläsningen och beger oss till den nedre föreläsningssalen.

1. **Medelhastigheten.** Härled ekvation 97 i kapitel V:

$$v_{\text{medel}} = \sqrt{\frac{8k_B T}{\pi m}}$$

2. **Hastigheter.** Beräkna

- (a) den mest sannolika hastigheten
- (b) medelhastigheten
- (c) RMS-hastigheten

för syremolekyler i rumstemperatur.

3. **Flyktiga atomer och molekyler.** Anta att jonosfärens temperatur är 2000 K. Uppskatta hur stor andel av dess

- (a) heliumatomer
- (b) syremolekyler

som har tillräckligt stor vertikal hastighetskomponent för att fly ur jordens gravitationsfält. Jordens flykthastighet är $v_{esc} = 11$ km/s. Notera att

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

finns tabulerad i matematiska tabeller, och att

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

4. **Energien för en idealgas.** Visa genom explicit integrering av Maxwell-Boltzmann-energidistributionen att $E = \frac{3}{2} N k_B T$ gäller för en idealgas.

VÄND!

5. **Ekvipartition.** En molekyl består av N atomer och varje atom besitter tre frihetsgrader. Vi behandlar varje atom som en punktmassa och negligerar dess inre frihetsgrader. Indela molekylen frihetsgrader i translationella, rotations- och vibrationsfrihetsgrader

(a) för en icke linjär molekyl

(b) för en linjär molekyl.

Vid vilka temperaturer bidrar de olika frihetsgraderna till molekylenas totala värmekapacitet?

6. **Virialkoefficient.** Långräckviddsväxelverkan mellan atomer och molekyler följer approximativt ett $1/r$ -beteende eller ett e^{-ar} -beteende. Beräkna (approximativt) den andra virialkoefficienten i högtemperaturgränsen för potentialer som ges av

$$V(r) \simeq \begin{cases} +\infty, & r < r_0 \\ -V_0 \left(\frac{r_0}{r}\right)^n \text{ eller } -e^{-ar}, & r \geq r_0. \end{cases}$$

För vilka värden på n och a konvergerar den andra virialkoefficienten?