FY1005/TFY4165 Termisk fysikk. Institutt for fysikk, NTNU. Våren 2013.

Løsningsforslag til øving 5

Maxwellfordelingen

a) Med uavhengige hastighetskomponenter har vi ganske enkelt

$$F(v) = g(v_x) \cdot g(v_y) = \frac{B}{\pi} e^{-Bv^2},$$

der $v^2 = v_x^2 + v_y^2$.

Analogt det vi gjorde i forelesningene (for tredimensjonal hastighetsfordeling, notatene s 36) har vi nå, i to dimensjoner:

$$f(v)dv = \int_{\phi=0}^{2\pi} F(v) dv \, v \, d\phi = 2\pi v F(v) dv,$$

dvs

$$f(v) = 2\pi v F(v) = 2Bve^{-Bv^2}.$$

b) Se MATLAB-programmet `losning5.m`. (Noen variabelnavn er endret i forhold til `maxwell.m`.) Jeg har valgt å tallfeste konstanten B med utgangspunkt i de eksperimentelle data,

$$B = B_{\text{exp}} = \frac{1}{\langle v^2 \rangle_{\text{exp}}} = 5.9394 \cdot 10^{-4} \, (\text{s/cm})^2,$$

siden

$$\langle v^2 \rangle = \langle v_x^2 \rangle + \langle v_y^2 \rangle = \frac{1}{B}.$$

c) Skivene har rms-fart 0.41 m/s, og massen er 0.032 kg. Dette tilsvarer en kinetisk energi pr "partikkel" av størrelsesorden 2.7 mJ. Setter vi dette lik termisk energi kT (med k = Boltzmanns konstant), finner vi en temperatur $T \sim 2 \cdot 10^{20}$ K. Det er åpenbart ikke særlig meningsfylt å bruke ekvipartisjonsprinsippet for makroskopiske objekter som disse skivene.

d) Se `losning5.m` for de to første kulepunktene. Det umiddelbare inntrykket av posisjonsfordelingen er vel at skivene er noenlunde jevnt fordelt over hele bildet, mens hastighetsfordelingen i større grad avtar "radielt" utover.