

Halbleiter und Nanotechnologie, Übung 2, Prof. Förster

Christoph Hansen

chris@university-material.de

Dieser Text ist unter dieser [Creative Commons](#) Lizenz veröffentlicht.

Ich erhebe keinen Anspruch auf Vollständigkeit oder Richtigkeit. Falls ihr Fehler findet oder etwas fehlt, dann meldet euch bitte über den EMailkontakt.

Inhaltsverzeichnis

Aufgabe 1	2
Aufgabe 2	2
Aufgabe 3	3
Aufgabe 4	3
Aufgabe 5	3

Aufgabe 1

Wir machen zunächst eine Definition. $v_w = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$ ist die wahrscheinlichste Geschwindigkeit. Nun müssen wir den Integrationsoperator transformieren:

$$\begin{aligned}
 f(v) dv &\rightarrow f(v') dv' \\
 dv &= v_w dv' \\
 f(v) dv &= \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \left(\frac{m}{2kT}\right)^{3/2} \cdot \left(\frac{v^2}{v_w^2}\right) v_w^2 \cdot e^{-\frac{v^2}{v_w^2}} dv' \cdot v_w \\
 &= \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot v_w^3 \cdot \left(\frac{m}{2kT}\right)^{3/2} \cdot v'^2 \cdot e^{-v'^2} dv' \\
 &= \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \left(\frac{2kT}{m}\right)^{3/2} \cdot \left(\frac{m}{2kT}\right)^{3/2} \cdot v'^2 \cdot e^{-v'^2} dv' \\
 \Leftrightarrow f(v') dv' &= \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot v'^2 \cdot e^{-v'^2} dv'
 \end{aligned}$$

Aufgabe 2

Die Wahrscheinlichkeit kann man über ein Integral berechnen:

$$P = \int_{v_1}^{v_2} f(v) dv = \int_{400}^{410} \frac{4}{\sqrt{\pi}} \cdot \left(\frac{m}{2kT}\right)^{3/2} \cdot v^2 \cdot e^{-\frac{mv^2}{2kT}} dv \quad (1)$$

Das sollte man mit einem geeigneten Programm lösen. Man erhält dann:

$$\approx 1,96 \% \quad (2)$$

Aufgabe 3

a)

Die mittlere Geschwindigkeit und die quadratisch gemittelte Geschwindigkeit sind so definiert:

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{m\pi}} \quad v_{RMS} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$$

Damit können wir jetzt die Geschwindigkeiten berechnen:

	H_2	H_2O	N_2	CO_2
P/mbar	$3 \cdot 10^{-10}$	10^{-10}	$1,5 \cdot 10^{-11}$	$6 \cdot 10^{-12}$
m	2	18	28	44
$\langle v \rangle$	1781	593	476	380
v_{RMS}	1933	644	517	412

b)

Die vorhandenen Moleküle zerlegen sich zu H_2 , deshalb gibt es davon relativ viel.

Aufgabe 4

$$v_{RMS} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$$

Wenn die Geschwindigkeit auf das doppelte Steigen soll, dann müssen wir einen Faktor 4 in die Wurzel packen und haben damit einen Faktor 4 bei der Temperatur und haben dann statt Raumtemperatur 1200 K. Das ist schon lecker warm....

Aufgabe 5

$$PV = \nu RT$$

Wenn der Druck verdoppelt wird, steigt die Temperatur auf das doppelte und damit wegen $E_{kin} = \frac{2}{3}kT$ die kinetische Energie ebenso. Bei verdoppeltem Volumen gilt das selbe.