

a) Es gilt: $E_m = (-1)^{m+1} \frac{2 \cos(\theta_m) E_0}{R + r_0} e^{-i(k(R+r_0) - \omega t)}$

Und $E(P) = \sum_m E_m$

Blende 1. Zone aus:

$$E(P) = \sum_{m=2}^N E_m = -|E_2| + |E_3| - |E_4| + \dots + |E_N|$$

Es gilt $-\frac{1}{2}|E_2| - (\frac{1}{2}|E_2| - |E_3| + \frac{1}{2}|E_4|) - (\frac{1}{2}|E_4| - |E_5| + \frac{1}{2}|E_6|) \dots$

$$E(P) = (-|E_2| + \frac{1}{2}|E_3|) + (\frac{1}{2}|E_3| - |E_4| + \frac{1}{2}|E_5|) + \dots$$

Es ist: $k = k(\theta)$ variiert langsam

$$\Rightarrow |E_m| \approx \frac{1}{2} (|E_{m-1}| + |E_{m+1}|) \quad (*)$$

$$\Rightarrow E(P) = \underbrace{(-|E_2| + \frac{1}{2}|E_3|)}_{(*) = -\frac{1}{2}|E_1|} + \underbrace{(\frac{1}{2}|E_3| - |E_4| + \frac{1}{2}|E_5|)}_{(*) = 0} + \dots + \frac{1}{2}|E_N|$$

$$\Rightarrow E(P) \approx -\frac{1}{2}|E_1| + \frac{1}{2}|E_N|$$

Wegen Winkelabhäng. der Abstrahlung: $|E_N| \rightarrow 0$

$$\Rightarrow E(P) \approx -\frac{1}{2}|E_1|$$

$$\Rightarrow I(P) \sim |E(P)|^2 = \frac{1}{4}|E_1|^2 \Rightarrow \text{unverändert}$$

$$\frac{2,5}{3}$$

$$+ 1,5$$

$$\textcircled{b} \quad E(P) = |E_1| - |E_2|$$

$$I(P) \sim |E(P)|^2 = |E_1|^2 - 2|E_1| \cdot |E_2| + |E_2|^2 \\ = (|E_1| - |E_2|)^2$$

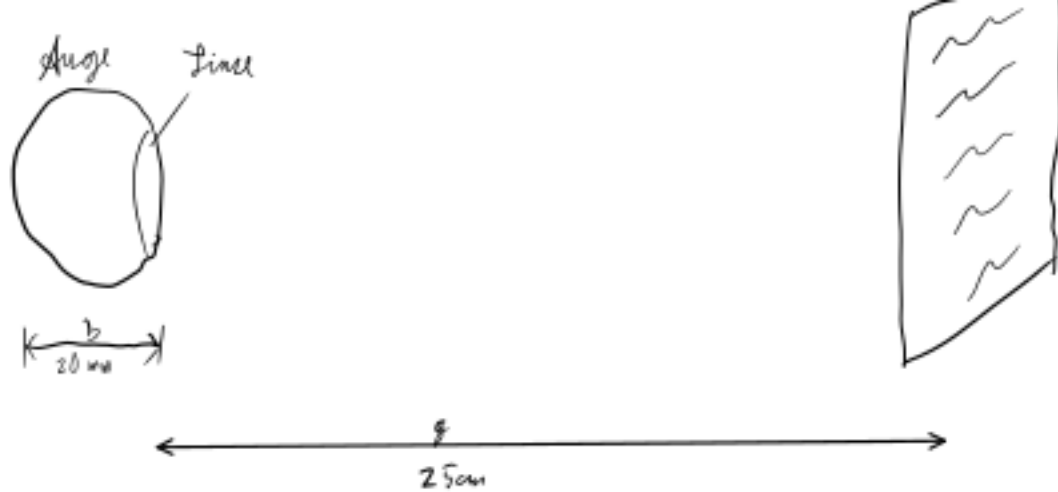
$$= \frac{4|E_0|^2}{(R+r_0)^2} \cdot \underbrace{(\cos(\theta_1) - \cos(\theta_2))^2}_{\approx 1 \text{ laut VL}}$$

+1

$\theta_1 \approx \theta_2$

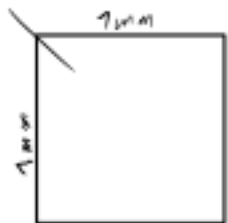
$$\Rightarrow I(P) \sim \frac{4|E_0|^2}{(R+r_0)^2} (1 - \cos(\theta_2))^2 \approx 0$$

②



4/4

14000 Fäden

Anzahl Fäden auf Linie $\sqrt{14000}$ $\Rightarrow$ Abstand zwei benachbarten Fäden $\frac{1}{\sqrt{14000}} \text{ mm} \approx 8,45 \mu\text{m}$

$$a) \frac{B}{G} = \frac{b}{g} \Rightarrow G = \frac{Bg}{b} = \frac{8,45 \mu\text{m} \cdot 25 \text{ cm}}{20 \text{ mm}} = 106 \mu\text{m}$$

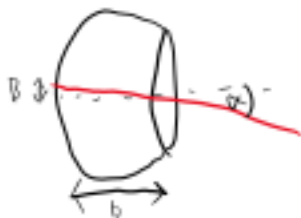
$$1 \text{ in} = 2,54 \text{ cm} \quad \frac{1}{G} = 9,43 \frac{1}{\mu\text{m}} \cdot 10^{-5} \approx 94,3 \cdot \frac{1}{\text{cm}} = 9,43 \cdot \frac{1}{\text{cm}} \cdot 2,54 \frac{\text{cm}}{\text{in}} = 239,5 \frac{1}{\text{in}}$$

$$\Rightarrow \underline{239,5 \text{ dpi}} \quad \checkmark + 1,5$$

$$b) \frac{1}{G} = 300 \frac{1}{\text{in}} \quad g = \frac{bG}{B} = \frac{20 \text{ mm} \cdot \text{in}}{300 \cdot 8,45 \mu\text{m}} = 7,89 \text{ in} = \underline{20 \text{ cm}} \quad + 1$$

(nicht arbeitet so (mm) präzise wie eine imperiale Lasertruppe)

c)



$$\tan \alpha = \frac{B}{b}$$

$$\Rightarrow \alpha = \arctan\left(\frac{B}{b}\right) = \arctan\left(\frac{8,45 \mu\text{m}}{20 \text{ mm}}\right) = 0,0242$$

$$\checkmark + 1,5$$

④ a) Die Drücke bleiben konstant, da die beiden Gase durch eine Drossel getrennt sind und beide Kammern durch eine Masse belastet werden. Das Volumen der Kammern kann sich also ändern. Da der Prozess sehr langsam abläuft können die Drücke also als konstant angenommen werden. +

b) Für ein ideales Gas:

$$pV = nRT$$

wenn $T = \text{const.}$ gilt $p \cdot V = \text{const}$

$$\Rightarrow p_1 V_1 = p_2 V_2$$

$$dH = dU + Vdp \Rightarrow dH = 0 \quad \checkmark +1$$

$$dU = -Vdp$$

c) Mit $dH = TdS + Vdp = 0$

und $V > 0, T > 0, dp < 0$

$$\text{gilt } dS = -\frac{V}{T}dp > 0 \quad \checkmark +1$$

Mit den Maxwell-Relationen

$$④ d) \quad dS = \left(\frac{\partial S}{\partial T} \right)_p dT + \left(\frac{\partial S}{\partial p} \right)_T dp$$

$$= \frac{1}{T} c_p \cdot dT - \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p dp$$

$$\Rightarrow dH = c_p dT + \left(V - T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p \right) dp = 0$$

$$\mu_{JT} = \left(\frac{\partial T}{\partial p} \right)_H = \frac{1}{c_p} \left(T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p - V \right) \quad \checkmark +1$$

e) Ideales Gas: $T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = V \Rightarrow \mu_{JT} = 0 \quad \checkmark +0,5$

Ein ideales Gas erfährt also keine Temperaturänderung.

f) Van-der-Waals-Gas:

$n=1$, nicht zu große Dichten

Es gilt Näherungsweise:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p = R \left(p - \frac{a}{V^2} + \frac{2ab}{V^3} \right)^{-1} \quad \checkmark +2$$

$$V = RT \left(p_{inv} - \frac{a}{V^2} + \frac{2ab}{V^3} \right)^{-1}$$

$$p_{inv}(V) = \frac{2a}{Vb} - \frac{3a}{V^3} \quad \checkmark$$

Wo kommt das alles her?

μ_{JT} ist also Stoffabhängig

$$\mu_{JT} = \frac{1}{c_p} \left(\frac{2a}{RT} - b \right)$$

$\rightarrow (a, b, c_p)$ und auch Temperaturabhängig

Inversionstemp. bei $\mu_{JT} = 0$

$$T_{inv} \approx \frac{2a}{Rb} \quad \checkmark$$

Ist die Inversionstemp. größer als die Anfangstemp. gibt es eine Abkühlung des Gases. Ist sie kleiner gibt es eine Erwärmung.

Die Inversionskurve trennt die Zustände, bei denen das Gas abkühlt, von den Zuständen, bei denen das Gas sich erwärmt.

[5] a) $U(V, T) = \frac{k}{2} n R T - a \frac{n^2}{V}$

$$\Delta U = 0 \Rightarrow \frac{k}{2} n R T_1 - a \frac{n^2}{V_1} = \frac{k}{2} n R T_2 - a \frac{n^2}{V_2}$$

$$\Rightarrow \frac{k}{2} n R (T_2 - T_1) = a n^2 \left(\frac{1}{V_2} - \frac{1}{V_1} \right) = a n^2 \left(\frac{V_1 - V_2}{V_1 V_2} \right)$$

$$\Rightarrow \frac{k}{2} n R \Delta T = \frac{a n^2}{V_1 V_2} (-\Delta V) \quad \checkmark +2$$

$$\Rightarrow \Delta V \text{ leads to } -\Delta T$$

3/3

$$V_1 \rightarrow \Delta V$$

$$V_2 = V_1 + \Delta V$$

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

b) Unlike with the Joule-Thomson effect scenario in the case of expansion no work is done by the gas and the internal energy remains the same so as shown above the temperature will always drop. In the JT case depending on the difference in the start & end container / start work can be done on or by the gas leading to an increase or decrease in temperature. ✓ +7