Statistik II

Relaxationszeitnäherung

$$\frac{dH}{dt} \leq 0$$

$$t \to \infty$$

$$N \to \emptyset$$

$$\ell \sigma = \frac{V}{N}$$

$$f^0 = n_0 \frac{1}{\sqrt{2\pi m k T}} e^{-\frac{p^2}{2mkT}}$$

$$\boxed{\sigma \sim \frac{1}{v}}$$

$$\sigma v = \text{const}$$

$$V_{int} \sim \frac{1}{|\vec{r}_p - \vec{r}_T|}$$

$$K \sim \frac{1}{2m} (\vec{p}_p - \vec{p}_T)^2$$

$$V_{int} \gtrsim K$$

Stoß:

$$\int d^3r \, d^3p \, f = N$$

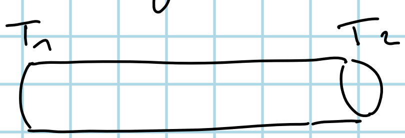
$$\int d^3r \, d^3p \, f^0 = N$$

$$f f_1 - f' f_1' = \ldots + O(g^2)$$

$$\Longrightarrow \int d^3r \, d^3p \, f^0 \underline{g} = \emptyset$$

ungerade

Beachtung



$$p = \frac{N}{V} k_B T = n(x) \, k_B T(x)$$

$$n(x) T(x) = n_0 T_0$$

$$\Longrightarrow n(x) = \frac{n_0 T_0}{T(x)}$$

$$\boxed{c_p \frac{\partial T}{\partial t} = -\vec{\nabla}\, \vec{j}_Q}$$

$$f^0(\vec r, \vec p)\, f^0(\vec r, \vec p_1) - f^0(\vec r, \vec p\,')\, f^0(\vec r, \vec p_1\,') = 0$$

// Impuls & Energieerhaltung – Unabh. von $\vec r$

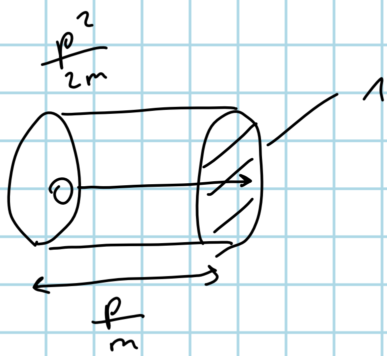
alle haben $\vec r$ gleich → an einem Ort

Lösung der Boltzmanngl.

Auf rechten Seite wird g gelassen ohne. g klein ist, ...

Ableitung ∇g ist noch kleiner (nicht weit vom GGW)

Energiestromdichte



f: Wahrsch. ein T mit $\vec p$ zu finden

// Analog: $\vec j = \rho \vec v$

$$\int d^3p \frac{p^2}{2m} \frac{p_x}{m} \underbrace{n(x) \frac{1}{\left(\sqrt{2\pi\, m k_B T(x)}\right)^3} e^{-\frac{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2}{2m k_B T(x)}}}_{f_{MB}}$$

$$= n(x) \frac{1}{2m^2} \int d^3p \left(p_x^2 + p_y^2 + p_z^2\right) p_x\, f_{MB}$$

$\langle p_x^3 \rangle = 0$ // ungerade

$\langle p_x p_y^2 \rangle = 0$ weil $\rightarrow$ $\langle p_x \rangle \langle p_y^2 \rangle = \emptyset$

ungerade

// $p^2 = p_x^2 + p_y^2 + p_z^2$

$$\chi(t) = \langle e^{tx} \rangle$$

$$= \int dx \, e^{tx} \, \rho(x)$$

$$\chi(t) = \sum_n \frac{t^n}{n!} \langle x^n \rangle$$

$$\chi'(t=0) = \langle x \rangle$$

$$\chi''(t=0) = \langle x^2 \rangle$$

$$\chi'''(t=0) = \langle x^3 \rangle$$

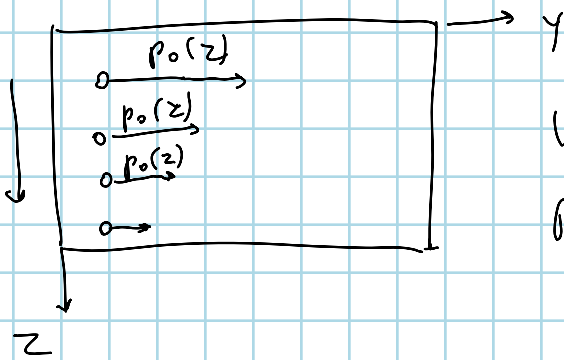
$$\rho(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\,\sigma} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$$

$$\chi(t) = e^{\frac{\sigma^2}{2} t}$$

Diffusions-Konst

Teilchenstromdichte : $\vec{j} = \int d^3 p \, \frac{\vec{p}}{m} f = -D \, \vec{\nabla} n(\vec{r})$

Viskosität



Übertragung des Impuls in transversaler Richtung $\rightarrow$ Viskosität

Viskosität

Stoß Dämpfung ??

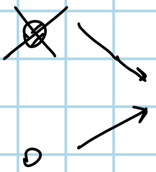
$$\Pi_{zy} = \int d^3 p \, (p_y - p_0) \frac{p_z}{m} f = -\eta \frac{d \langle v_y(z) \rangle}{dz}$$

Druck —— $p\,J$ —— Stoß-Relaxations Zeit ?

Boltzmann-gl. / lineare Antworttheorie

nicht lin.

$$\frac{df}{dt} = \int \underbrace{\left(f f_1 - f' f_1' \right)}_{\downarrow} \qquad // \text{ Boltzm.}$$



$$\frac{f - f^0}{\tau} \qquad // \text{ linearisiert}$$

Vernachlässigt dass Kraft auf T abh. von der Verteilung f

Annahme: Kraft im GGW $f \to f_0$

$$\boxed{\tilde{F} = \langle \tilde{F} \rangle_0}$$