

Transportgesetze - Diffusion

Allgemeine Form eines Transportgesetzes:

Flussdichte = Transportkoeffizient x Gradient

Diffusion = Massetransport

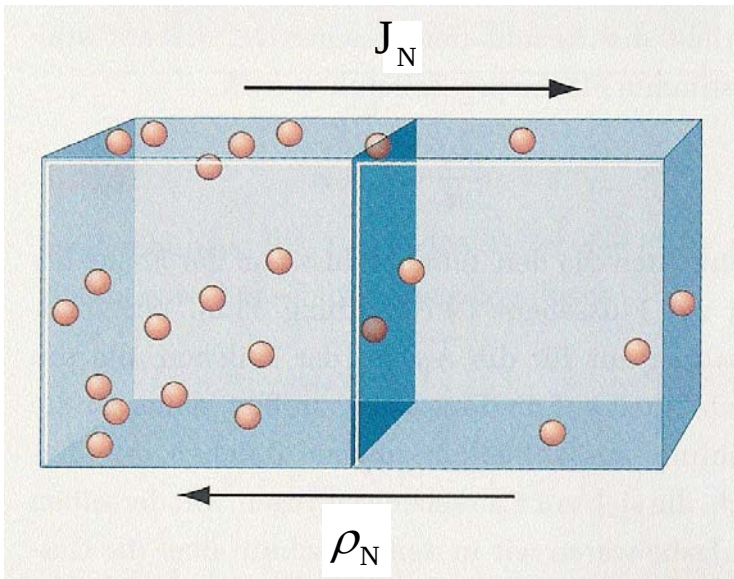
$$J_N = \frac{dN}{A \cdot dt} = -D \left(\frac{d\rho_N}{dx} \right)$$

1. Ficksches Gesetz

J_N = Teilchenfluss

D = Diffusionskoeffizient

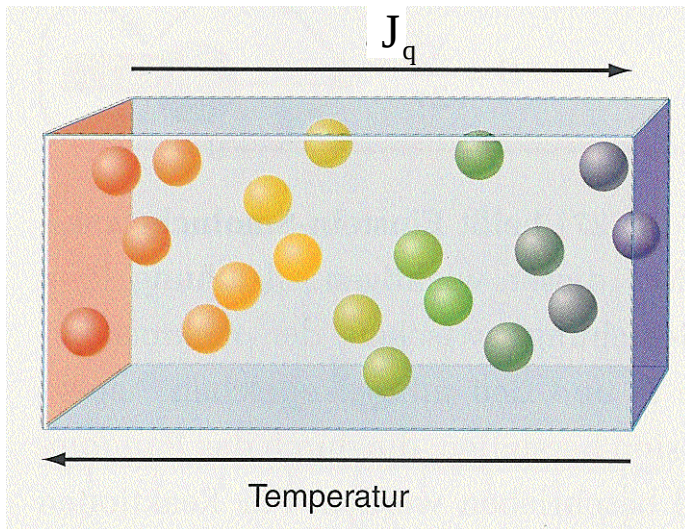
$\frac{d\rho_N}{dx}$ = Teilchenzahldichtegradient



Transportgesetze - Wärmeleitung

Allgemeine Form eines Transportgesetzes:

Flussdichte = Transportkoeffizient x Gradient



Wärmetransport nur über Stöße,
nicht über Massetransport

Wärmeleitung = Transport von Wärme
(= kinetische Energie)

$$J_q = \frac{dq}{A \cdot dt} = -\lambda_T \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

Fouriersches Gesetz

J_q = Wärmefluss

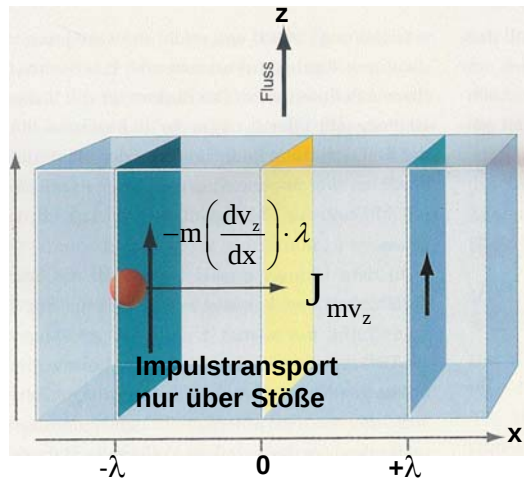
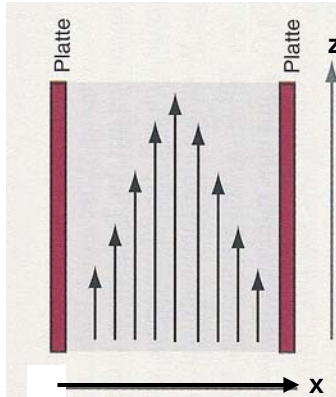
λ_T = Wärmeleitfähigkeit

$\frac{dT}{dx}$ = Temperaturgradient

Transportgesetze - Viskosität

Allgemeine Form eines Transportgesetzes:

Flussdichte = Transportkoeffizient x Gradient



Viskosität = Transport von Impuls
senkrecht zur Flussrichtung

$$J_{mv} = \frac{d(mv_z)}{A \cdot dt} = -\eta \left(\frac{dv_z}{dx} \right)$$

$$F = \frac{d(mv_z)}{dt} = -A \cdot \eta \left(\frac{dv_z}{dx} \right)$$

Newtonsches Viskositätsgesetz

J_{mv} = Impulsfluss

η = Viskosität

$\frac{dv_z}{dx}$ = Geschwindigkeitsgradient

Transportgesetze - Ionenleitung

Allgemeine Form eines Transportgesetzes:

Flussdichte = Transportkoeffizient x Gradient

Ionenleitung = Transport von Ladung

$$J_Q = \frac{dQ}{A \cdot dt} = -\kappa \left(\frac{d\phi}{dx} \right)$$

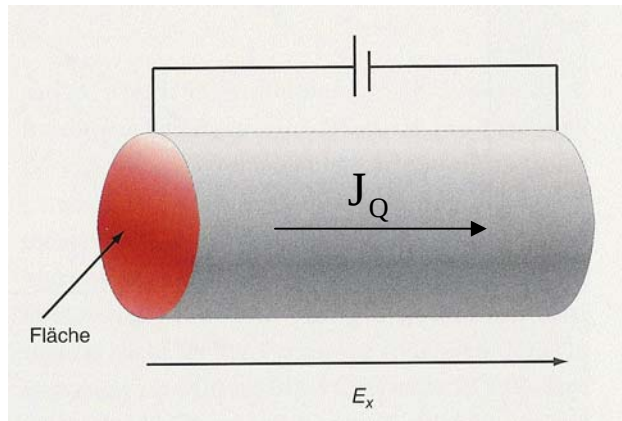
$$J_Q = \frac{I}{A} = \kappa |\vec{E}_x| = \frac{L \cdot \ell}{A} \cdot \frac{U}{\ell}$$

Ohmsches Gesetz

J_Q = Ladungsfluss

κ = spezifische Leitfähigkeit

$\frac{d\phi}{dx}$ = Potentialgradient



$$|\vec{E}_x| = - \left(\frac{d\phi}{dx} \right)$$

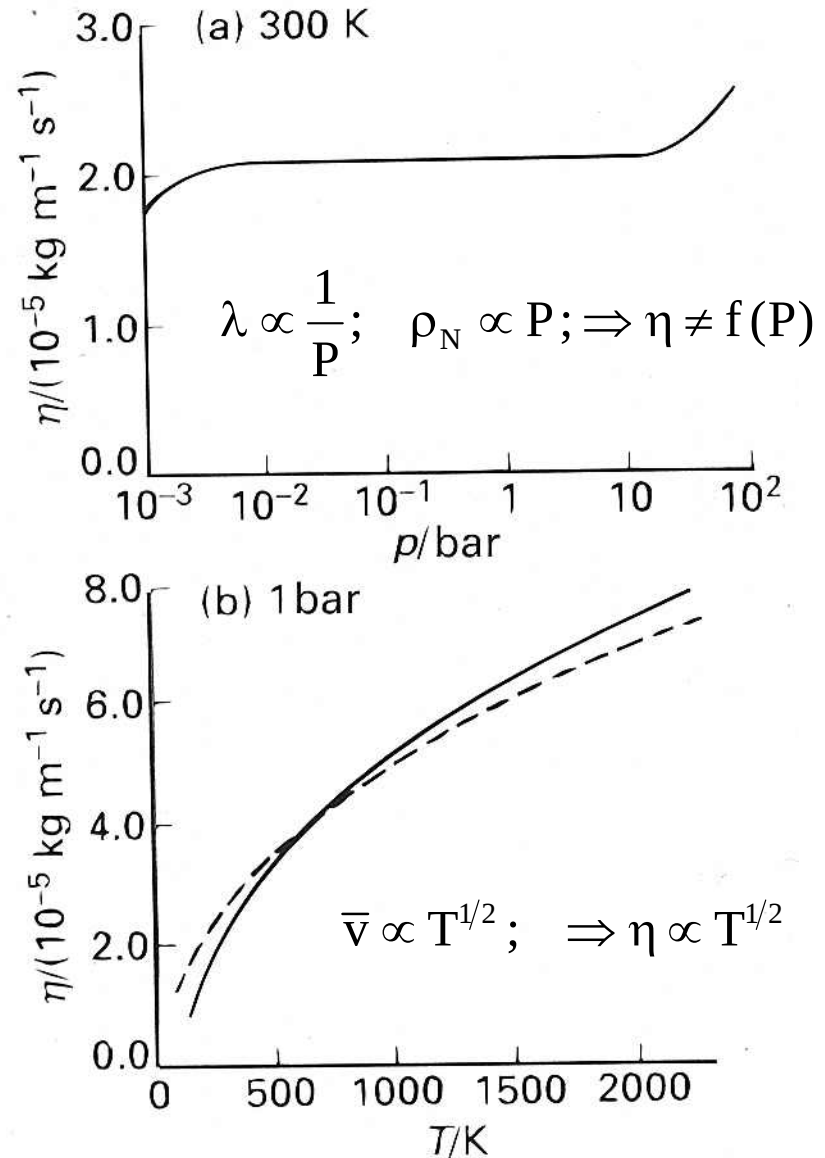
Viskosität idealer Gase

$$J_{mv_z} = \frac{d(mv_z)}{A \cdot dt} = -\eta \left(\frac{dv_z}{dx} \right)$$

$$J_{mv_z} = -\frac{1}{6} \bar{v} \lambda \rho_N m \left(\frac{dv_z}{dx} \right)$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{1}{6} \bar{v} \lambda \rho_N m$$

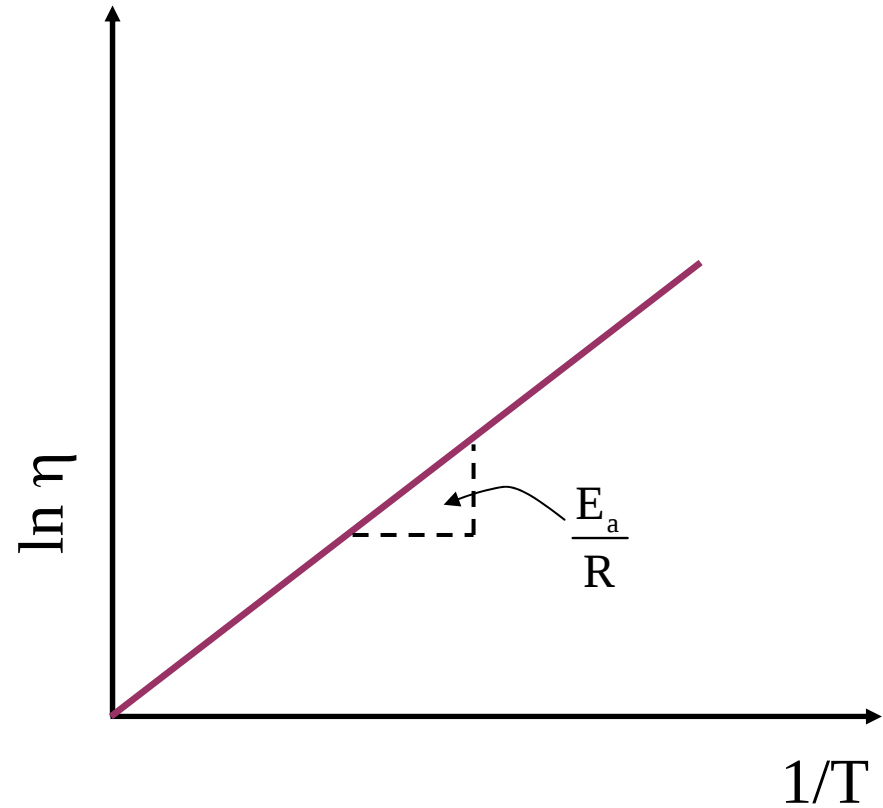
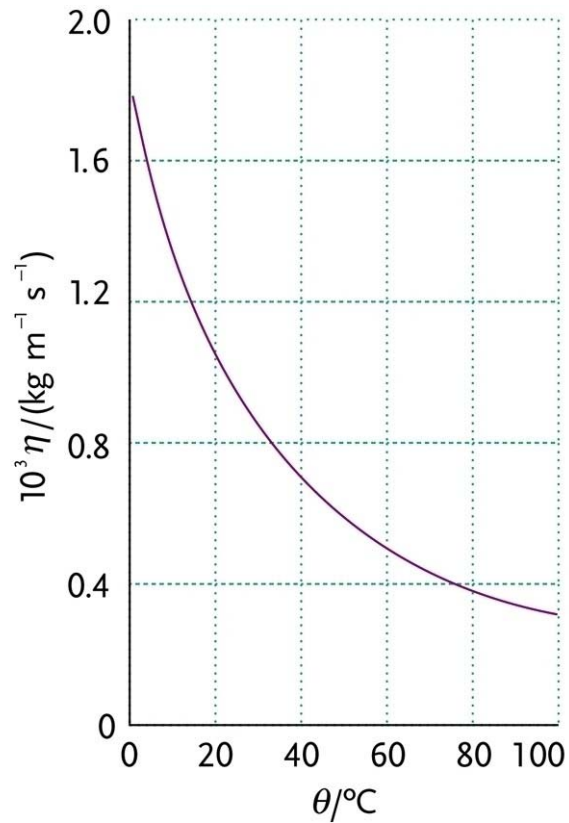
Abb. 24.12 Die experimentellen Ergebnisse (a) für die Druckabhängigkeit der Viskosität von Argon und (b) ihre Temperaturabhängigkeit. Die gestrichelte Linie in der unteren Darstellung ist die berechnete Kurve. Die Anpassung der theoretischen an die experimentelle Kurve ist eine Möglichkeit zur Bestimmung des Stoßquerschnitts.



Viskosität von Flüssigkeiten und Gläsern

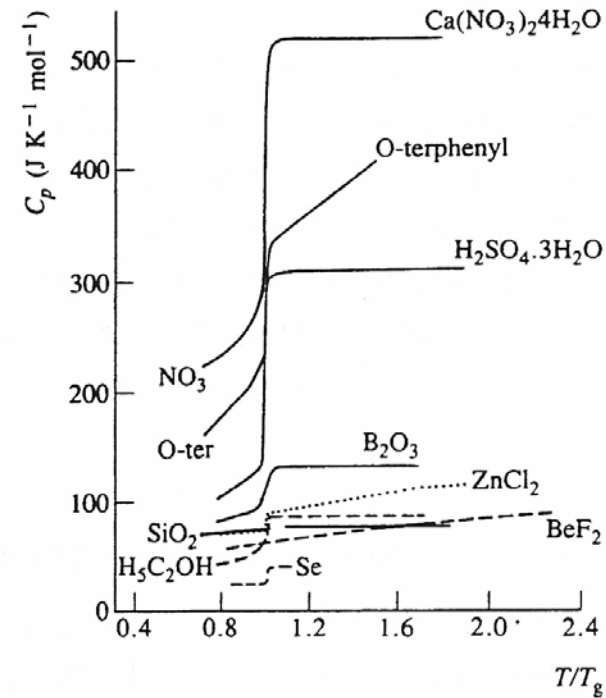
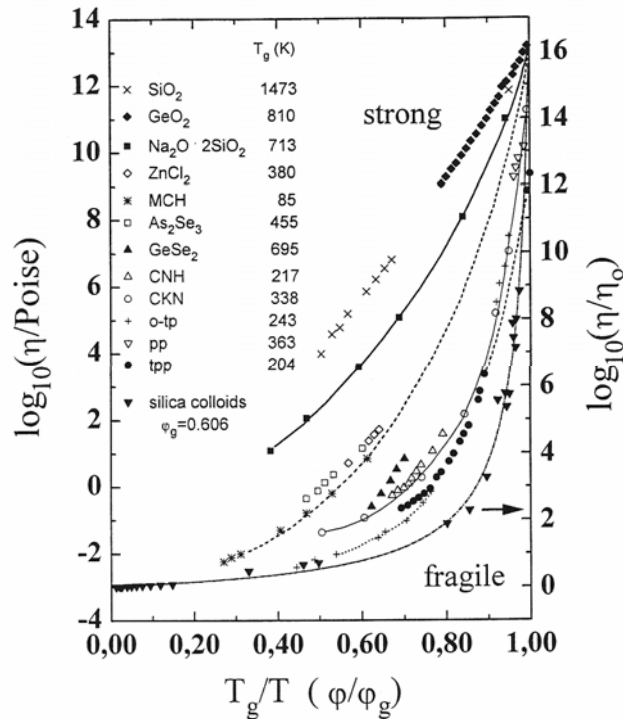
Normale Flüssigkeiten: $\eta = \eta_0 \cdot e^{E_a/RT}$

Kleine T-Intervalle



Viskosität von Flüssigkeiten und Gläsern

Molekulare Flüssigkeiten in der Nähe des Glasübergangs



„Starke“ Gläser: $\eta = \eta_0 \cdot e^{E_a/RT}$

Arrhenius-Gl.

„Fragile“ Gläser: $\eta = \eta_0 \cdot e^{B/(T-T_0)}$

Vogel-Fulcher-Gl.

Glastemperatur T_g definiert durch Sprung in C_p