

∞ Formelsammlung ∞

EXPERIMENTALPHYSIK II

ZUR VORLESUNG BEI PROF. DR. M. WUTTIG, SOMMERSEMESTER 2003

Pascal Del'Haye
www.delhaye.de
27. Juli 2003

Inhaltsverzeichnis

1	Thermodynamik	3
1.1	Ideale Gasgleichung	3
1.2	Van-der-Waals-Gleichung	3
1.3	Kinetische Energie eines Teilchens	3
1.4	Innere Energie	3
1.5	Wärmemenge	3
1.6	Spezifische Molwärme bei konstantem Volumen/Druck	3
1.7	Adiabatenkoeffizient	3
1.8	1. Hauptsatz der Thermodynamik	4
1.9	Thermodynamische Prozesse	4
1.9.1	Isochor ($V=\text{const}$)	4
1.9.2	Isobar ($p=\text{const}$)	4
1.9.3	Isotherm ($T=\text{const}$)	4
1.9.4	Adiabatisch ($Q=\text{const}$)	4
1.10	Wirkungsgrade	5
1.10.1	Carnot Maschine	5
1.10.2	Wärmepumpe	5
1.10.3	Kältemaschine	5
1.11	Entropie	5
1.12	Clausius-Clapeyron-Gleichung	5
1.13	Adiabatische Abkühlung	5
2	Elektrizität	6
2.1	Coulombsches Gesetz	6
2.2	Elektrisches Feld	6
2.3	Elektrisches Potential und Spannung	6
2.4	Satz von Gauß	6
2.5	Elektrischer Dipol	6
2.6	Satz von Stokes	7

3	Elektrotechnik	7
3.1	Elektrischer Strom	7
3.2	Kirchhoffsche Gesetze	7
3.3	Widerstand	7
3.3.1	Widerstand eines Metalldrahtes	7
3.3.2	Schaltung von Widerständen	7
3.4	Ohmsches Gesetz	8
3.5	Kondensator	8
3.5.1	Kapazität	8
3.5.2	Plattenkondensator	8
3.5.3	Zylinderkondensator	8
3.6	Elektrische Leistung	8
4	Magnetismus	8
4.1	Lorentzkraft	8
4.2	Ampèresches Gesetz	9
4.3	Gesetz von Biot-Savart	9
4.4	Kraft auf einen geraden Stromdurchflossenen Leiter	9
4.5	Magnetischer Fluss	9
4.6	Magnetische Induktion	9
4.7	Transformator	9

1 Thermodynamik

1.1 Ideale Gasgleichung

$$p \cdot V = n \cdot R \cdot T$$

1.2 Van-der-Waals-Gleichung

$$\left(p + a \cdot \frac{n^2}{V^2} \right) \cdot (V - n \cdot b) = n \cdot R \cdot T$$

1.3 Kinetische Energie eines Teilchens

ideales Gas:

$$E_{kin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \overline{v^2} = \frac{3}{2} \cdot k \cdot T$$

Allgemein:

$$E_{kin} = \frac{f}{2} \cdot k \cdot T$$

1.4 Innere Energie

$$U = E_{kin} \cdot n \cdot N_A = \frac{f}{2} \cdot n \cdot R \cdot T$$

1.5 Wärmemenge

$$\Delta Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

1.6 Spezifische Molwärme bei konstantem Volumen/Druck

$$c_V = \frac{f}{2} \cdot R$$

$$c_p = c_V + R = \frac{f+2}{2} \cdot R$$

1.7 Adiabatenkoeffizient

$$\kappa = \frac{c_p}{c_V} = \frac{f+2}{f}$$

1.8 1. Hauptsatz der Thermodynamik

Die Summe der einem System von außen zugeführten Wärme und der zugeführten Arbeit ist gleich der Zunahme der inneren Energie.

$$dU = \delta W + \delta Q = \underbrace{-pdV + \delta Q}_{\text{für ideale Gase}}$$

1.9 Thermodynamische Prozesse

1.9.1 Isochor ($V=\text{const}$)

$$dW = 0 \quad \Rightarrow \quad dQ = dU = c_V \cdot \nu \cdot dT$$

1.9.2 Isobar ($p=\text{const}$)

$$dH = dU + p dV = dQ = c_p \cdot \nu \cdot dT$$

$$W = p \cdot \Delta V$$

1.9.3 Isotherm ($T=\text{const}$)

$$dU = 0 \quad \Rightarrow \quad dQ = -dW = p dV$$

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} p \cdot dV = R \cdot T \cdot \ln \frac{V_1}{V_2}$$

1.9.4 Adiabatisch ($Q=\text{const}$)

$$dQ = 0 \quad \Rightarrow \quad dU = dW = -p dV$$

$$W = n \cdot c_V \cdot \Delta T$$

$$T \cdot V^{\kappa-1} = \text{const}$$

$$p \cdot V^{\kappa} = \text{const}$$

1.10 Wirkungsgrade

1.10.1 Carnot Maschine

$$\eta = \frac{W_{\text{geleistet}}}{Q_{\text{zugeführt}}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} < 1$$

mit $T_1 > T_2$

1.10.2 Wärmepumpe

$$\varepsilon_W = \frac{Q_{\text{zugeführt}}}{W_{\text{geleistet}}} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} > 1$$

mit $T_1 > T_2$

1.10.3 Kältemaschine

$$\varepsilon_K = \frac{Q_{\text{abgeführt}}}{W_{\text{geleistet}}} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} > 1$$

mit $T_1 > T_2$

1.11 Entropie

$$S = \int \frac{dQ_{\text{rev}}}{T} = k \cdot \ln(W) = k \cdot \ln\left(\frac{w_{\text{vorher}}}{w_{\text{nachher}}}\right)$$

1.12 Clausius-Clapeyron-Gleichung

$$\Lambda = T \cdot \frac{dp_s}{dT} \cdot (V_D - V_{Fl})$$

1.13 Adiabatische Abkühlung

$$dT = -\frac{p}{c_V} \cdot dV$$

2 Elektrizität

2.1 Coulombsches Gesetz

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2} \cdot \vec{e}_r$$

2.2 Elektrisches Feld

$$\vec{E} = \lim_{Q_2 \rightarrow 0} \frac{\vec{F}}{Q_2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \cdot \vec{e}_r$$

$$\vec{E}(\vec{r}) = -\text{grad}(\varphi) = -\vec{\nabla}\varphi$$

Es gilt:

$$\oint \vec{F} \, d\vec{r} = 0$$

2.3 Elektrisches Potential und Spannung

$$\varphi(\vec{r}) = - \int \vec{E} \, d\vec{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$$

$$U = \varphi(\vec{r}_2) - \varphi(\vec{r}_1) = - \int_{\vec{r}_1}^{\vec{r}_2} \vec{E} \, d\vec{r}$$

2.4 Satz von Gauß

$$\Phi = \oint_A \vec{E} \, d\vec{A} = \frac{Q_{\text{innen}}}{\epsilon_0}$$

2.5 Elektrischer Dipol

Dipolmoment:

$$\vec{p} = Q \cdot \vec{l}$$

Drehmoment:

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}$$

2.6 Satz von Stokes

$$\oint_{\partial A} \vec{E} d\vec{r} = \int \int (\vec{\nabla} \times \vec{E}) d\vec{A}$$

3 Elektrotechnik

3.1 Elektrischer Strom

$$I = \frac{dQ}{dt} = n \cdot q \cdot A \cdot v_D$$

3.2 Kirchhoffsche Gesetze

1. Knotenregel: An einem Knotenpunkt ist die Summe der einfließenden gleich der Summe der ausfließenden Ströme.

$$\sum_{i=1}^n I_i = 0$$

2. Maschenregel: In einer geschlossenen Masche ist die Summe der abfallenden Spannungen Null.

$$\sum_{i=1}^n U_i = 0$$

3.3 Widerstand

$$R = \frac{U}{I}$$

3.3.1 Widerstand eines Metalldrahtes

$$R = \frac{l \cdot \varrho}{A} = \frac{l}{A \cdot \sigma}$$

mit dem spezifischen Widerstand ϱ bzw. der Leitfähigkeit σ

3.3.2 Schaltung von Widerständen

Reihe:

$$R_{gesamt} = \sum_{i=1}^n R_i$$

Parallel:

$$\frac{1}{R_{gesamt}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}$$

3.4 Ohmsches Gesetz

$$\vec{j} = \vec{E} \cdot \sigma$$

3.5 Kondensator

3.5.1 Kapazität

$$C = \frac{Q}{U}$$

Parallelschaltung von Kondensatoren:

$$C_{gesamt} = \sum_{i=1}^n C_i$$

Reihenschaltung von Kondensatoren:

$$\frac{1}{C_{gesamt}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$$

3.5.2 Plattenkondensator

$$E = \frac{U}{d}$$
$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot A}{d}$$

3.5.3 Zylinderkondensator

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0 l}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)}$$

3.6 Elektrische Leistung

$$P = U \cdot I$$

4 Magnetismus

4.1 Lorentzkraft

$$\vec{F}_L = q \cdot \vec{v} \times \vec{B}$$

4.2 Ampèresches Gesetz

$$\oint \vec{B} \, d\vec{r} = \mu_0 \cdot I$$

4.3 Gesetz von Biot-Savart

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{4\pi} \cdot \frac{d\vec{l} \times \vec{e}_r}{r^2}$$

4.4 Kraft auf einen geraden Stromdurchflossenen Leiter

$$\vec{F} = l \cdot \vec{I} \times \vec{B}$$

4.5 Magnetischer Fluss

$$\Phi_M = \int \int \vec{B} \, d\vec{A}$$

4.6 Magnetische Induktion

$$U_{ind} = -\frac{d\Phi_M(t)}{dt} = -L \cdot \frac{dI(t)}{dt}$$

4.7 Transformator

$$\frac{U_1}{U_2} = -\frac{N_1}{N_2}$$