

Formelsammlung Physik BMT 14a

Lukas Dörig, Michelle Meyer, Yan Poblete

June 5, 2018
v1.3

Contents

1	Kräftegleichgewicht, statisches Gleichgewicht	3
1.1	Koordinaten	3
1.2	Kräfte	3
1.3	Drehmoment	4
1.4	Flaschenzug und Hebelgesetz	5
1.5	Hookesches Gesetz	5
2	Kinematik, Dynamik (Kraft)	6
2.1	Kinematik	6
2.2	Drehung	6
2.3	Keplersche Gesetze	6
2.4	Bremsweg	7
3	Arbeit, Energie, Leistung	7
3.1	Energieerhaltungssatz	7
4	Wärme	8
4.1	Im Allgemeinen	8
4.2	Änderung Wärme anhand der Temperatur	8
4.3	Ausdehnung	9
4.4	Wärmeleitfähigkeit	9
5	Hydrostatik, Druck, Dichte	10
5.1	Im Allgemeinen	10
5.2	Hydrostatischer Druck	10
5.3	Zugspannung	11
6	Elektrizität	11
6.1	Im Allgemeinen	11
6.2	Schaltungen	12
6.3	Spezifischer Widerstand	12
6.4	Spezifischer Leitwert	12
6.5	Widerstandsänderung bei Temperatur	12

Intro: Geometrie

Trigonometrie

Generell

Variable	Beschreibung
H	Hypotenuse
GK	Gegenkathete
AK	Ankathete

Sinus

$$\sin \alpha = \frac{GK}{H} \quad ; \quad H = \frac{GK}{\sin \alpha} \quad ; \quad GK = \sin \alpha \times H \quad (1)$$

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} \quad (2)$$

Cosinus

$$\cos \alpha = \frac{AK}{H} \quad ; \quad H = \frac{AK}{\cos \alpha} \quad ; \quad AK = \cos \alpha \times H \quad (3)$$

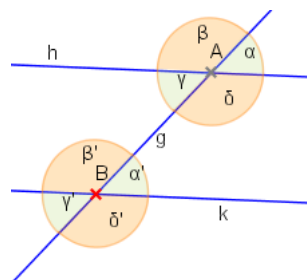
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \times \cos \alpha \quad ; \quad b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \times \cos \beta \quad (4)$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \times \cos \gamma \quad (5)$$

Tangens

$$\tan \alpha = \frac{GK}{AK} \quad ; \quad AK = \frac{GK}{\tan \alpha} \quad ; \quad GK = \tan \alpha \times AK \quad (6)$$

Wechsel- und Stufenwinkel



Wenn $h \parallel k$. α und α' sind Stufenwinkel, α' und γ sind Wechselwinkel und α und γ sind Scheitelwinkel.

1 Kräftegleichgewicht, statisches Gleichgewicht

1.1 Koordinaten

Polarform $(Betrag[F]|Winkel[\alpha])$
Kartesische Form $(F_x|F_y)$

Polar zu Kartesisch

$$F_x = F \times \cos \alpha \quad ; \quad F_y = F \times \sin \alpha \quad (7)$$

Kartesisch zu Polar

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} \quad ; \quad \alpha = \arctan \frac{F_y}{F_x} + Sektor \quad (8)$$

Für den Sektor muss jeweils addiert werden:

Sektor	X Positiv?	Y Positiv?	Wert
1.	Ja	Ja	0°
2.	Nein	Ja	90°
3.	Nein	Nein	180°
4.	Ja	Nein	270°

Vektoren zusammenrechnen (Kartesisch)

F_1	F_1x	F_1y
F_2	F_2x	F_2y
F_3	F_3x	F_3y
F_{res}	$F_{res}x$	$F_{res}y$

1.2 Kräfte

- I | Alle Kräfte heben sich auf
- II | Alle Drehmomente heben sich auf

Im Allgemeinen

$$F = m \times a \quad ; \quad [N] = [kg] \times [\frac{m}{s^2}] = [\frac{kg \times m}{s^2}] \quad (9)$$

Gravitationskraft

$$F_{grav} = \frac{G \times m_1 \times m_2}{r^2} \quad (10)$$

Gewichtskraft

$$g = g_{Erde} = 9.81 \frac{m}{s^2} \quad ; \quad F_G = m \times g \quad (11)$$

Hangabtriebskraft

$$F_H = F_G \times \sin \alpha \quad (12)$$

Normalkraft

$$F_N = F_G \times \cos \alpha \quad (13)$$

Reibungskraft

$$\mu = [Zahl, 0 - 1] \quad ; \quad F_R = \mu \times F_N \quad (14)$$

Federkraft

$$F_D = k \times x \quad ; \quad F_D = D \times \Delta s \quad ; \quad [N] = \left[\frac{N}{cm} \right] \times [cm] \quad (15)$$

Fadenspannung

$$T = F_G + F \text{ (Bei hängender Masse)} \quad (16)$$

$$F = T - F_R \text{ (Bei Masse auf Schiefer Ebene)} \quad (17)$$

1.3 Drehmoment

Generell

Variable	Beschreibung	Einheit
M	Drehmoment	[Nm]
F_{\perp}	Kraft, die senkrecht auf die Drehachse wirkt	[N]

$$M = F_{\perp} \times l \quad (18)$$

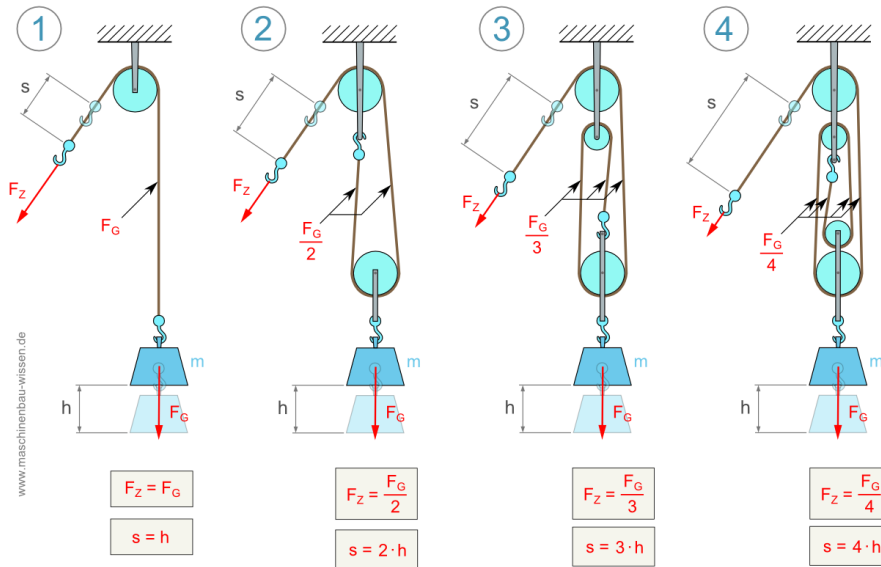
Statisch

$$F_{1\perp} \times l_1 = F_{2\perp} \times l_2 \quad (19)$$

In Bewegung

$$M_{Res} = M_{Uhrzeigersinn} - M_{Gegenuhrzeigersinn} \quad (20)$$

1.4 Flaschenzug und Hebelgesetz



1.5 Hookesches Gesetz

Parallel

Diese Formeln basieren auf der Annahme, dass parallele Federn sich um dieselbe Distanz strecken.

$$F = F_1 + F_2 \quad (21)$$

$$D \times s = D_1 \times s + D_2 \times s \quad | \quad \times \frac{1}{s} \quad (22)$$

$$D = D_1 + D_2 \quad (23)$$

Seriell

$$F = F_1 = F_2 \quad ; \quad k = \frac{1}{\frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2}} = \frac{k_1 \times k_2}{k_1 + k_2} \quad (24)$$

2 Kinematik, Dynamik (Kraft)

2.1 Kinematik

Hinweis: $v[\frac{km}{h}] = 3.6 \times v[\frac{m}{s}]$

Variable	Formeln...		
\bar{v}	$\frac{s}{t}$	$\frac{v_0+v}{2}$	
s	$\bar{v} \times t$	$\frac{v_0+v}{2} \times t$	$s_0 + v_0 \times t + \frac{1}{2}a \times t^2$
a	$\frac{v-v_0}{t}$		
v^2	$v_0^2 + 2as$		
v	$v_0 + at$		

2.2 Drehung

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
f	Drehfrequenz	Hz	$[\frac{1}{s}]$
T	Umlaufzeit	[s]	
n	Anzahl Umdrehungen	[Zahl]	
b	Bogenlänge	[m]	
θ	Drehwinkel	[Radiant]	
ω	Winkelgeschwindigkeit	$[\frac{1}{s}]$	$[\frac{Radiant}{s}]$
a_z	Zentripetalbeschleunigung	$[\frac{m}{s^2}]$	
F_z	Zentripetalkraf (=Zentrifugalkraft)	[N]	

Formeln

Variable	Formeln...		
f	$\frac{1}{T}$	$\frac{n}{\Delta t}$	
θ	$\frac{b}{r}$	$\frac{2\pi \times \alpha}{360^\circ}$	$\omega \times t$
α	$\frac{360^\circ \times \theta}{2\pi}$		
ω	$\frac{\theta}{t}$	$\frac{v}{r}$	$2\pi \times f$
v	$\frac{b}{t}$	$\omega \times r$	
b	$v \times t$	$\omega \times r t$	$\theta \times r$
a_z	$\frac{v^2}{r}$	$\frac{(\omega \times r)^2}{r}$	$\omega^2 \times r$
F_z	$a_z \times m$		

2.3 Keplersche Gesetze

I Die Planeten beschreiben ellipsenförmige Bahnen, in deren Brennpunkt die Sonne steht.

II Der Radiusvektor \vec{r} überstreicht in gleichen Zeiten gleiche Flächen. $\Rightarrow \vec{L} = m \times \vec{r} \times \vec{v} = \text{konstant}$

III Die Quadrate der Umlaufzeiten zweier Planeten verhalten sich wie die Kuben der grossen Ellipsenhalbachsen:

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3} \quad (25)$$

2.4 Bremsweg

$$s_b = \frac{v_0^2}{2g\mu} = \frac{v^2 - v_0^2}{-2a_b} \quad (26)$$

3 Arbeit, Energie, Leistung

3.1 Energieerhaltungssatz

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
W	Arbeit	[J]	[Nm]
E	Energie (gespeicherte Arbeit)	[J]	[Nm]
P	Leistung	[W]	$[\frac{J}{s}] = [\frac{Nm}{s}]$

Satz

$$\begin{array}{llll} E_{tot1} & -E_{Verlust} & +E_{Zu} & = E_{tot2} \\ E_{kin1} + E_{pot1} + E_{D1} & -E_R & +E_{Zu} & = E_{kin2} + E_{pot2} + E_{D2} \end{array} \quad (27)$$

Kinetische Energie

$$E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2 \quad (28)$$

Potentielle Energie

$$E_{pot} = mgh \quad (29)$$

Federenergie Deformationsenergie

D: Federkonstante $[\frac{N}{cm}]$

$$E_D = \frac{1}{2}Ds^2 \quad (30)$$

Reibungsenergie

Horizontale:

$$E_R = F_R \times s = \mu \times mg \times s \quad (31)$$

Schiefe Ebene:

$$E_R = F_R \times s = \mu \times mg \times \cos \alpha \times s \quad (32)$$

4 Wärme

4.1 Im Allgemeinen

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
U	Innere Energie	[J]	
Q	Wärme	[J]	
c	spezifische Wärmekapazität	$[\frac{J}{kg \times K}]$	
L_f	spezifische Schmelz-/Erstarrungswärme	$[\frac{J}{kg}]$	
L_v	spezifische Verdampfungs-/Kondensationswärme	$[\frac{J}{kg}]$	
p	Druck	[Pa]	$[Bar] = 10^5 [Pa], [\frac{N}{m^2}]$
ϑ	Temperatur in Celsius	$[^{\circ}C]$	
T	Temperatur in Kelvin	[K]	

STP (Standard Temperature Pressure)

$$p_0 = 1.0133 \quad ; \quad T_0 = 0^{\circ}C = 273.15K \quad (33)$$

4.2 Änderung Wärme anhand der Temperatur

Wärmemenge

$$\Delta Q = m \times c \times \Delta T \quad (34)$$

Schmelzwärme

$$Q_f = L_f \times m \quad (35)$$

Verdampfungswärme

$$Q_v = L_v \times m \quad (36)$$

[??] TODO: Diagramm

Wärmeausgleich

$$\Delta Q_1 + Q_{v1} + Q_{f1} = \Delta Q_2 + Q_{v2} + Q_{f2} \quad (37)$$

Die untenstehende Formel gilt für $\vartheta_1 < \vartheta_2$. Die Formel rechnet keine Massenänderungen durch Verdampfung und keine Schmelzwärme ein.

$$c_1 \times m_1 \times (\vartheta_M - \vartheta_1) + Q_v = c_2 \times m_2 \times (\vartheta_2 - \vartheta_M) \quad (38)$$

$$\vartheta_M = \frac{c_2 \times m_2 \times \vartheta_2 + c_1 \times m_1 \times \vartheta_1 - Q_v}{c_1 \times m_1 + c_2 \times m_2} \quad (39)$$

4.3 Ausdehnung

Bei Gas (Zustandsgleichung ideales Gas)

Achtung: Nur auf Gase anwenden. Bei Verwendung von STP $p_0...$ anstatt $p_2...$ verwenden.

$$\frac{p_1 \times V_1}{T_1} = \frac{p_2 \times V_2}{T_2} \quad (40)$$

Ausdehnung bei festen oder flüssigen Stoffen

$$\alpha, \beta, \gamma = \left[\frac{1}{K} \right]$$

$$\beta \approx 2 \times \alpha \quad ; \quad \gamma \approx 3 \times \alpha \quad (41)$$

$$\Delta l = l_1 - l_0 = \alpha \times l_0 \times \Delta T \quad ; \quad l_1 = l_0(1 + \alpha \times \Delta T) \quad (42)$$

$$\Delta A = A_1 - A_0 = \beta \times A_0 \times \Delta T \quad ; \quad A_1 = A_0(1 + \beta \times \Delta T) \quad (43)$$

$$\Delta V = V_1 - V_0 = \gamma \times V_0 \times \Delta T \quad ; \quad V_1 = V_0(1 + \gamma \times \Delta T) \quad (44)$$

Massstab

Eine Messung ist ein Vergleich einer Länge l mit einer Einheit e . Wenn nun sowohl das gemessene Material und der Massstab sich ausdehnen muss für beide die Ausdehnung einberechnet werden, um die Originale Masseinheit zu erhalten.

$$\frac{l[m]}{1[m]} = \frac{l'}{e'} = \frac{l(1 + \alpha_l \times \Delta T)}{e(1 + \alpha_e \times \Delta T)} \quad (45)$$

4.4 Wärmeleitfähigkeit

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
P_{Th}	Thermische Leistung	[W]	$\left[\frac{J}{s} \right]$
k	Wärmeleitfähigkeit	$\left[\frac{W}{m \times K} \right]$	
A	Querschnittfläche Leiter	$[m^2]$	
l	Länge Leiter	[m]	

Satz

$$P_{Th} = k \times A \times \frac{\vartheta - \vartheta_0}{l} \quad (46)$$

5 Hydrostatik, Druck, Dichte

5.1 Im Allgemeinen

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
ρ	Dichte	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	
p	Druck	$[Pa]$	$[Bar] = 10^5 [Pa], \left[\frac{N}{m^2}\right]$
ρ_{Fl}	Dichte Flüssigkeit	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	
ρ_K	Dichte Körper	$\left[\frac{kg}{m^3}\right]$	
V_E	Eingetauchtes Volumen	$[m^3]$	
V_K	Volumen Körper	$[m^3]$	

5.2 Hydrostatischer Druck

Hydrostatischer Druck

$$p = \rho_{Fl} \times g \times h \quad (47)$$

Auftriebskraft

$$F_A = \rho_{Fl} \times g \times V_E \quad (48)$$

Statisch schwimmender Körper

$$F_A = F_G \quad ; \quad \rho_{Fl} \times g \times V_E = \rho_K \times V_K \times g \quad (49)$$

$$V_E = \frac{\rho_K \times V_K}{\rho_{Fl}} \quad ; \quad \rho_K = \frac{V_E \times \rho_{Fl}}{V_K} \quad (50)$$

Körper unter Wasser in Bewegung

Die Richtung von F_{Res} ist nach unten. Negative Werte bedeuten eine Beschleunigung nach oben.

$$F_G - F_A = F_{Res} \quad (51)$$

$$\rho_K \times V \times g - \rho_{Fl} \times g \times V = \rho_K \times V \times a \quad ; \quad \rho_K \times g - \rho_{Fl} \times g = \rho_K \times a \quad (52)$$

$$a = \frac{g(\rho_K - \rho_{Fl})}{\rho_K} \quad (53)$$

5.3 Zugspannung

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
σ_Z	Zugspannung	$\left[\frac{N}{m^2}\right]$	
σ_{Zul}	Zulässige Zugspannung	$\left[\frac{N}{m^2}\right]$	
R_M	Zugfestigkeit	$\left[\frac{N}{m^2}\right]$	
S	Sicherheit	Zahl	
F_{Max}	Maximale Zugkraft	[N]	

Satz

$$\sigma_Z = \frac{F}{A} \quad (54)$$

$$\sigma_{Zul} = \frac{R_M}{S} \quad (55)$$

$$F_{Max} = \sigma_{Zul} \times A \quad (56)$$

6 Elektrizität

6.1 Im Allgemeinen

Variablendefinitionen

Variable	Beschreibung	Einheit	Weitere Einheiten
U	Spannung	[V]	
R	Widerstand	[Ω]	
I	Stromstärke	[A]	
G	Leitwert	[S]	$\left[\frac{1}{\Omega}\right]$
P	Leistung	[W]	$\left[\frac{J}{s}\right]$
W	Arbeit	[J]	[Ws]
Q	Ladung	[C]	
ρ	Spezifischer Widerstand	$\left[\frac{\Omega mm^2}{m}\right]$	[Ωm]
κ	Spezifischer Leitwert	$\left[\frac{mm^2}{\Omega m}\right]$	
α	Temperaturbeiwert	$\left[\frac{1}{K}\right]$	

Ohm'sches Gesetz

$$U = R \times I \quad ; \quad R = \frac{U}{I} \quad ; \quad I = \frac{U}{R} \quad (57)$$

Leistung und Arbeit

$$P = U \times I = R \times I^2 = \frac{U^2}{R} \quad ; \quad W = U \times I \times t \quad (58)$$

$$1kWh = 3.6 \times 10^6 J \quad ; \quad 1J = \frac{1kWh}{3.6 \times 10^6} \quad (59)$$

6.2 Schaltungen

Seriell

$$R_{tot} = R_1 + \dots + R_n \quad ; \quad I = \text{konstant} \quad ; \quad U = U_1 + \dots + U_n \quad (60)$$

Parallel

$$R_{tot} = \left(\frac{1}{R_1} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)^{-1} = \frac{R_1 \times \dots \times R_n}{R_1 + \dots + R_n} \quad ; \quad I = I_1 + \dots + I_n \quad ; \quad U = \text{konstant} \quad (61)$$

Beispiel zum errechnen von I_1 wenn R_1 , R_2 , U und I gegeben sind.

$$U_1 = U_2 = U \quad (62)$$

$$R_1 \times I_1 = R_2 \times (I - I_1) \quad (63)$$

$$I_1 = \frac{R_2 \times I}{R_1 + R_2} \quad (64)$$

6.3 Spezifischer Widerstand

Die Einheit von ρ muss zu der Einheit von A passen: $\rho[\frac{\Omega mm^2}{m}] \Rightarrow A[mm^2]$,
 $\rho[\Omega m] \Rightarrow A[m^2]$.

$$R = \frac{\rho \times l}{A} \quad (65)$$

6.4 Spezifischer Leitwert

$$R = \frac{l}{\kappa \times A} \quad (66)$$

6.5 Widerstandsänderung bei Temperatur

$$R = R \times \alpha \times \Delta T \quad (67)$$