

Formelsammlung Physik BMT 14a

Lukas Dörig, Michelle Meyer, Yan Poblete

May 10, 2018
v1.1

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	Hooksches 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

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

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

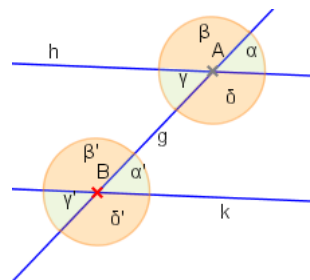
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \times \cos \alpha \quad \# \quad b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \times \cos \beta \quad (4)$$

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

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, γ und γ' sind Wechselwinkel.

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_{resx}	F_{resy}

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

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

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]

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

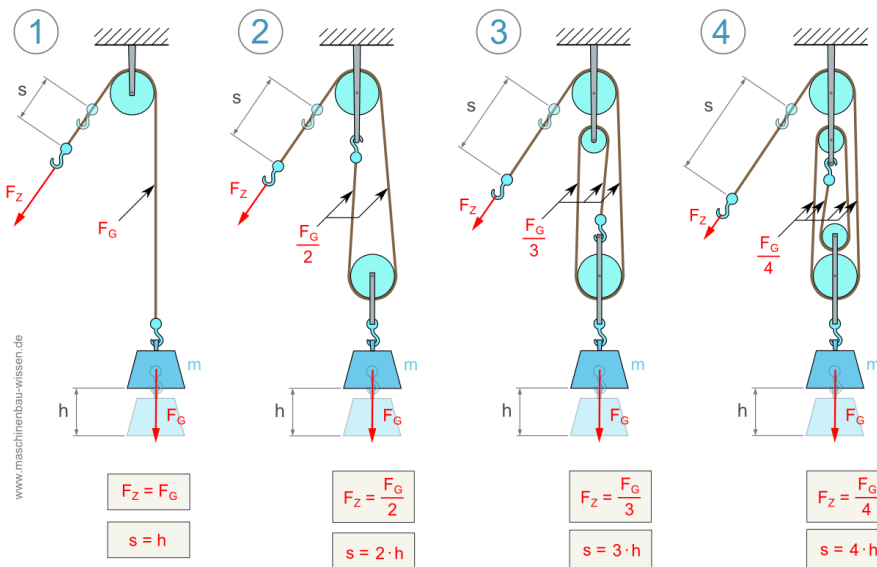
Statisch

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

In Bewegung

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

1.4 Flaschenzug und Hebelgesetz



1.5 Hooksches 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	$v \times t$	$\omega \times rt$	$\theta \times r$
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 einem 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

$$s_b = \frac{V_0^2}{2g\mu} = \frac{v^2 - v_0^2}{-2ab} \quad (26)$$

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

x_a steht für den jeweiligen Aggregatzustand. Um die korrekte Mischtemperatur zu bekommen muss $T_1 < T_2$ sein. Achtung: Man muss Massenänderungen durch Verdampfung einrechnen.

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

$$= \frac{c_1 \times m_1 \times (T_M - T_1) + L_{v1} \times m_{v1} + L_{f1} \times m_{f1}}{c_2 \times m_2 \times (T_2 - T_M) + L_{v2} \times m_{v2} + L_{f2} \times m_{f2}} \quad (38)$$

4.3 Ausdehnung

Bei Gas (Zustandsgleichung ideales Gas)

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

$$\frac{p_1 \times V_1}{T_0} = \frac{p_2 \times V_2}{T_2} \quad (39)$$

Ausdehnung bei festen oder flüssigen Stoffen

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

$$\Delta l = l_1 - l_0 = \alpha \times l_0 \times \Delta T \quad (40)$$

$$\Delta A = A_1 - A_0 = \beta \times A_0 \times \Delta T \quad \# \quad \beta \approx 2 \times \alpha \quad (41)$$

$$\Delta V = V_1 - V_0 = \gamma \times V_0 \times \Delta T \quad \# \quad \gamma \approx 3 \times \alpha \quad (42)$$

4.4 Wärmeleitfähigkeit

Variablendefinitionen

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

Satz

$$P_{Th} = k \times A \times \frac{\vartheta - \vartheta_0}{l} \quad (43)$$