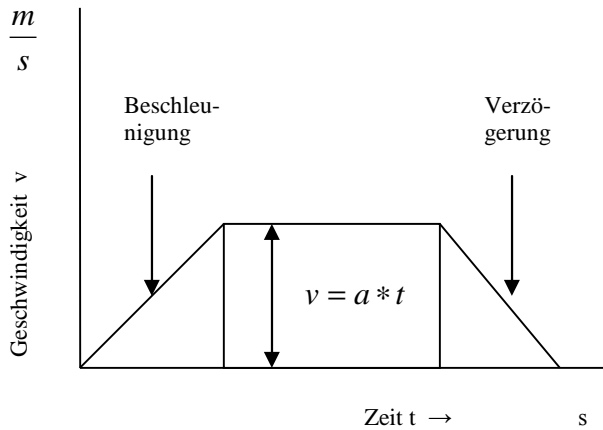


Gleichmäßig beschleunigte und verzögerte Bewegung

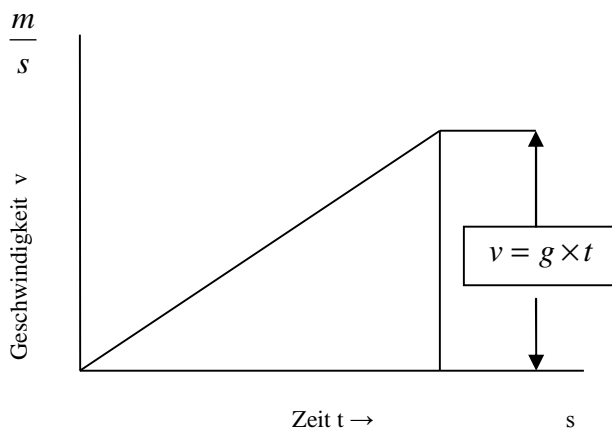
Formelbuch S.53



$v =$	$a \times t$	$\frac{2 \times s}{t}$	$\sqrt{2 \times a \times s}$	
$t =$	$\frac{v}{a}$	$\frac{2 \times s}{v}$		$\sqrt{\frac{2 \times s}{a}}$
$a =$	$\frac{v}{t}$		$\frac{v^2}{2 \times s}$	$\frac{2 \times s}{t^2}$
$s =$		$\frac{v \times t}{2}$	$\frac{v^2}{2 \times a}$	$\frac{a \times t^2}{2}$

v	Endgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
a	Beschleunigung, Verzögerung	$\frac{m}{s^2}$
s	Weg	m
t	Zeit	s
v	Anfangs- geschwindigkeit bei Verzögerung a, bis zum Stillstand	$\frac{m}{s}$

Freier Fall



$v =$	$g \times t$	$\frac{2 \times s}{t}$	$\sqrt{2 \times g \times h}$		v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
$t =$	$\frac{v}{g}$	$\frac{2 \times h}{v}$		$\sqrt{\frac{2 \times h}{g}}$	t	Zeit	s
$h =$		$\frac{v \times t}{2}$	$\frac{v^2}{2 \times g}$	$\frac{g \times t^2}{2}$	h	Fallhöhe, Wurfhöhe	m
					g	Fallbeschleunigung	$9,81 \frac{m}{s^2}$

Kraft, Beschleunigung, Verzögerung

Formelbuch S. 54

$F = m \times a$	F = Kraft	N
$m = \frac{F}{a}$	m = Masse	Kg
$a = \frac{F}{m}$	a = Beschleunigung, Verzögerung $a = \frac{m}{s} \times \frac{1}{s} = \frac{m}{s^2}$	$\frac{m}{s^2}$

Wirkungsgrad

Formelbuch S. 76

$= \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$	$P_{ab} = \times P_{zu}$ $P_{zu} = \frac{P_{ab}}{\quad}$
$= \frac{W_{ab}}{W_{zu}}$	$W_{ab} = \times W_{zu}$ $W_{zu} = \frac{W_{ab}}{\quad}$
$= \frac{M_{ab}}{i \times M_{zu}}$	$M_{ab} = \times i \times M_{zu}$ $M_{zu} = \frac{M_{ab}}{i \times \quad}$ $i = \frac{M_{ab}}{\quad \times M_{zu}}$

	Wirkungsgrad	
Pab	abgegebene Leistung	W, KW
Pzu	zugeführte Leistung	W, KW
Wab	abgegebene Arbeit	N * m, J, Ws
Wzu	zugeführte Arbeit	N * m, J, Ws
Mab	abgegebenes Drehmoment	N * m
Mzu	zugeführtes Drehmoment	N * m
i	Übersetzungsverhältnis	

Zentrales Kräftesystem

Bezeichnung	Kraft	Winkel	F _{xi}	F _{yi}
	in [N]	α	[N]	[N]
F1	200 [N]	50°	128,56 [N]	153,21 [N]
F2	300 [N]	130°	-192,84 [N]	229,81 [N]
Σ von Fx und Fy			- 64,28 [N]	383,02 [N]

Formel :

$$F_{xi} = \cos \times F \qquad F_{yi} = \sin \times F$$

Resultierende Kraft berechnen FR

$$F_R = \sqrt{\text{Summe}.F_x (F_{RX})^2 + \text{Summe}.F_y (F_{RY})^2}$$

$$F_R = \sqrt{(-64,28[N]) + 383,02[N]}$$

$$F_R = 388,38[N]$$

Richtungswinkel berechnen

Formel:

$$\tan = \frac{\text{Summe.von}.F_y}{\text{Summe.von}.F_x}$$

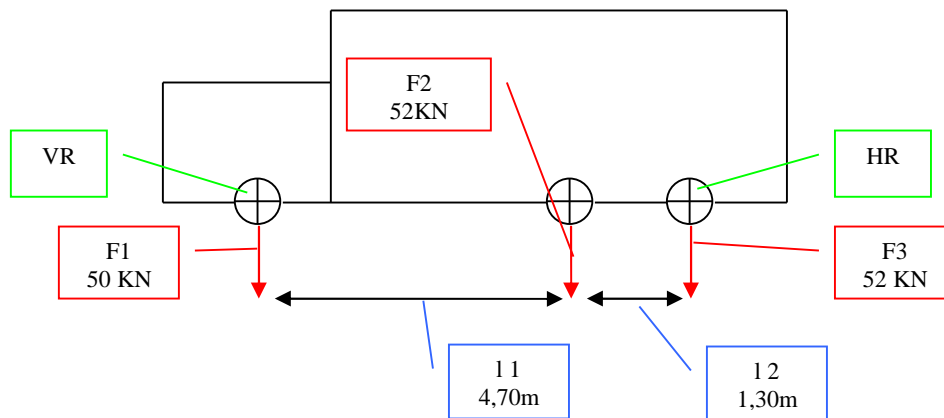
$$\tan = \frac{F_{RY}}{F_{RX}}$$

$$\tan = \frac{383,02[N]}{64,28[N]}$$

$$\tan = 5,98$$

$$= 80,47^\circ$$

Alle Summen positiv angeben nur für die Winkelberechnung!!!!

Nicht-Zentrales Kräftesystem

- Betrag der Resultierender FR?
- Abstand der Wirkline von FR zur Vorderachse(VR)?

Berechnung an Nicht – Zentralen Kräftesystem

(Die 3 Gleichgewichtsbedingungen der Statik. Die Kräfte greifen nicht an einem Zentralen Punkt an)

- I. $\sum F_x = 0$
- II. $\sum F_y = 0$
- III. $\sum M_p = 0$

Lösung:

$$\text{I. } \sum F_x = 0$$

$$\text{II. } \sum F_y = 0$$

$$F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} + F_{Ry} = 0$$

$$-F_{Ry} = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y}$$

$$-F_{Ry} = 50\text{KN} + 52\text{KN} + 52\text{KN}$$

$$-F_{Ry} = 154\text{KN}$$

$$F_{Ry} = -154\text{KN}$$

III. $M_{VA} = 0$

$$F_{1y} \times l_0 + F_{2y} \times l_1 + F_{3y} \times (l_1 + l_2) + F_{Ry} \times l_x = 0$$

$$-F_{Ry} \times l_x = F_{1y} \times l_0 + F_{2y} \times l_1 + F_{3y} \times (l_1 + l_2)$$

$$l_x = \frac{F_{1y} \times l_0 + F_{2y} \times l_1 + F_{3y} \times (l_1 + l_2)}{-F_{Ry}}$$

$$l_x = -3,61m$$

III. $M_{HA} = 0$

$$F_{3y} \times l_0 + F_{2y} \times l_2 + F_{1y} \times (l_1 + l_2) + F_{Ry} \times l_x = 0$$

$$-F_{Ry} \times l_x = F_{3y} \times l_0 + F_{2y} \times l_2 + F_{1y} \times (l_1 + l_2)$$

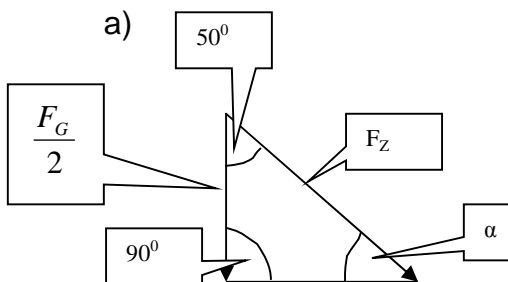
$$l_x = \frac{F_{3y} \times l_0 + F_{2y} \times l_2 + F_{1y} \times (l_1 + l_2)}{-F_{Ry}}$$

$$l_x = 2,387m$$

z.B.

Eine Last $F_G = 20.000 \text{ N}$ ist an zwei Stahlseilen aufgehängt, die ein Winkel von 100° einschließen.

- Berechnen Sie die Zugkraft in den Seilen.
- Stellen Sie durch Berechnung fest, ob die zulässige Spannung von 360 N/mm^2 überschritten wird. Das Seil besteht aus 120 Drähten mit einem Drahtdurchmesser von $d=0,6 \text{ mm}$.



$$\sin = \frac{F_G}{2 \times \sin}$$

$$F_z = \frac{F_G}{2 \times \sin}$$

$$F_z = \frac{20.000 \text{ N}}{2 \times 40^\circ}$$

$$F_z = 15,557 \text{ N}$$

b)

$$= \frac{F}{S}$$

$$= \frac{15,557 \text{ N}}{33,91 \text{ mm}^2}$$

$$= 458,8 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$S = \frac{d^2 \times}{4} \times 120$$

$$S = \frac{(0,6 \text{ mm})^2 \times}{4} \times 120$$

$$S = 33,91 \text{ mm}^2$$

zul wird überschritten.

Wärmetechnik

Längenänderung:

$\Delta l = l_1 \times \alpha \times (t_2 - t_1)$	Δl	Längenänderung	mm
$\Delta t = t_2 - t_1$	l_1	Anfangslänge	mm
$\Delta l = l_1 \times \alpha \times \Delta t$	α	Längen- ausdehnungs- koeffizient	$\frac{1}{K}; \frac{1}{^\circ C}$
$l_1 = \frac{\Delta l}{\alpha \times \Delta t}$	$t_{1, 1}$	Temperatur vor Erwärmung	$K, ^\circ C$
$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \times \Delta t}$	$t_{2, 2}$	Temperatur nach Erwärmung	$K, ^\circ C$
$\Delta t = \frac{\Delta l}{\alpha \times l_1}$	$\Delta t, \Delta$	Temperatur differenz	$K, ^\circ C$

Tabellenbuch
Seite 112 u. 113
Längenausdehnungs-
koeffizient

Wärmemenge und spezifische Wärmekapazität

$Q = m \times c \times (t_2 - t_1)$	Q	Wärmemenge	kJ
$\Delta t = t_2 - t_1$	m	Masse	Kg
$Q = m \times c \times \Delta t$	c	spezifische Wärmekapazität	$\frac{kJ}{Kg \times K}, \frac{kJ}{Kg \times ^\circ C}$
$m = \frac{Q}{\Delta t \times c}$	$t_{1, 1}$	Temperatur vor Erwärmung	$K, ^\circ C$
$c = \frac{Q}{m \times \Delta t}$	$t_{2, 2}$	Temperatur nach Erwärmung	$K, ^\circ C$
$\Delta t = \frac{Q}{c \times m}$	$\Delta t, \Delta$	Temperaturdifferenz	$K, ^\circ C$

Tabellenbuch
Seite 112 u. 113
Mittlere spezif.
Wärmekapazität

$1J = 1W \times 1s = 1Ws$
$1MJ = \frac{1}{3,6} KW \times h$
$1KW \times h = 3,6MJ$
$1KW \times h = 3600KJ$
$1KW \times h = 3600000J$

$0^\circ C = 273K$
$0K = -273^\circ C$

Schmelzwärme und Verdampfungswärme

für Schmelzen	$Q = m \times q$	Q	Schmelzwärme Verdampfungswärme	kJ
	$m = \frac{Q}{q}$	m	Masse	kg
	$q = \frac{Q}{m}$	q	Spezifische Schmelzwärme	$\frac{kJ}{kg}$
für Verdampfen	$Q = m \times r$	r	Spezifische Verdampfungswärme	$\frac{kJ}{kg}$
	$m = \frac{Q}{r}$		Tabellenbuch Seite 112 u. 113 Spezifische Schmelzwärme	
	$r = \frac{Q}{m}$			

Verbrennungswärme

für gasförmige Brennstoffe	$Q = V \times Hu$	Q	Verbrennungswärme	$MJ, kW \times h$
	$V = \frac{Q}{Hu}$	m	Masse der Brennstoffe fest, flüssig	kg
	$Hu = \frac{Q}{V}$	Hu	Spezifischer Heizwert	$\frac{MJ}{kg}, \frac{kW \times h}{m^3}$
für feste und flüssige Brennstoffe	$Q = m \times Hu$	V	Brenngasvolumen	m^3
	$m = \frac{Q}{Hu}$		Tabellenbuch Seite 49 Spezifische Heizwerte	
	$Hu = \frac{Q}{m}$			

Arbeit und Leistung

Mechanische Arbeit

$W = F \times s$	W	Arbeit	Nm, J, Ws
$F = \frac{W}{s}$	F	Kraft	N
$s = \frac{W}{F}$	F_G	Gewichtskraft	N
$F = F_G$	s	Kraftweg Krafthöhe	m

$1J = 1Nm$
$1J = \frac{1kg \times m^2}{s^2}$
$1J = 1Ws$

Potentielle Energie
Lagerenergie

$W_p = G \times s$	W_P	Potentielle Energie	Nm, J, Ws
$G = \frac{W_p}{s}$	F_G	Gewichtskraft	N
$s = \frac{W_p}{G}$	s	Kraftweg	m
$W_p = m \times g \times s$	m	Masse	kg
$m = \frac{W_p}{s \times g}$	g	Erdbeschleunigung	$9,81 \frac{m}{s^2}$
$s = \frac{W_p}{m \times g}$	F	Kraft	N
$F = F_G$			
$F = m \times g$			

Kinetische Energie

$W_k = \frac{m \times v^2}{2}$	W_k	Kinetische Energie	Nm, J, Ws
$m = \frac{2 \times W_k}{v^2}$	m	Masse	kg
$v = \sqrt{\frac{2 \times W_k}{m}}$	v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$

Leistung bei Drehbewegung

$P = F \times v$	P	Leistung	W
$F = \frac{P}{v}$	F	Kraft	N
$v = \frac{P}{F}$	v	Umfangsgeschwindigkeit	$\frac{m}{s}$
$P = F \times d \times n$	d	Durchmesser	m
$F = \frac{P}{d \times n}$	n	Umdrehungsfrequenz (Drehzahl)	$s^{-1}, \frac{1}{s}$
$d = \frac{P}{F \times n}$	M	Drehmoment	Nm
$n = \frac{P}{F \times d}$		Winkelgeschwindigkeit	$s^{-1}, \frac{1}{s}$
$P = 2 \times n \times M$			
$n = \frac{P}{2 \times M}$		$\frac{1}{\text{min}} = 1 \text{ min}^{-1} = \frac{1}{60 \text{ s}} = 0,01667 \text{ s}^{-1}$	
$P = M \times n$			
$M = \frac{P}{n}$			
$n = \frac{P}{M}$			
$M = \frac{P}{n}$			

Elektrische Leistung

	$P = U \times I$	P	Elektrische Leistung	$V \times A = W$
ohne Induktions-Lastanteil	$U = \frac{P}{I}$	U	Spannung	V
	$I = \frac{P}{U}$	I	Stromstärke	A
	$P = \frac{U^2}{R}$	R	Widerstand	Ω
	$U = \sqrt{P \times R}$	cos	Leistungsfaktor	
	$R = \frac{U^2}{P}$		Tabellenbuch Seite 112 u. 113 Spezifischer Widerstand	
	$P = I^2 \times R$			
	$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$			
mit Induktions-Lastanteil	$R = \frac{P}{I^2}$			
	$P = U \times I \times \cos$			
	$U = \frac{P}{I \times \cos}$			
	$I = \frac{P}{U \times \cos}$			

Elektrische Arbeit

$W = U \times I \times t$	W	Elektrische Arbeit	$V \times A \times s = Ws$
$U = \frac{W}{I \times t}$	U	Spannung	V
$I = \frac{W}{U \times t}$	I	Stromstärke	A
$t = \frac{W}{U \times I}$	t	Zeit	s
$W = P \times t$	P	Elektrische Leistung	$V \times A = W$
$P = \frac{W}{t}$	R	Widerstand	Ω
$t = \frac{W}{P}$			
$W = I^2 \times R \times t$			
$I = \sqrt{\frac{W}{R \times t}}$			
$R = \frac{W}{I^2 \times t}$			
$t = \frac{W}{I^2 \times R}$			
$W = \frac{U^2 \times t}{R}$			
$U = \sqrt{\frac{W \times R}{t}}$			
$t = \frac{W \times R}{U^2}$			
$R = \frac{U^2 \times t}{W}$			

$1kW = 1000W$
$1kWs = 1000Ws$
$1kWh = 3600000Ws$
$1kWh = 3,6MJ$
$1kWh = 3,6 \times 10^3 kJ$
$1J = 1Ws$
$1J = 1W \times 1s = 1Ws$

Volumenausdehnung

$\Delta V = V_1 \times \alpha \times (t_2 - t_1)$	ΔV	Volumenänderung	mm^3
$\Delta t = t_2 - t_1$	V_1	Anfangsvolumen	mm^3
$\Delta V = V_1 \times \alpha \times \Delta t$	$= 3 \times$	Längenausdehnungskoeffizient Volumenausdehnungskoeffizient	$\frac{1}{K}$
$V_1 = \frac{\Delta V}{\alpha \times \Delta t}$	t_1	Temperatur vor Erwärmung	K
$= \frac{\Delta V}{V_1 \times \Delta t}$	t_2	Temperatur nach Erwärmung	K
$\Delta t = \frac{\Delta V}{V_1 \times \alpha}$	Δt	Temperaturdifferenz	K

Festigkeitsberechnung

$z = \frac{F}{S}$	z	Zugspannung	$\frac{N}{mm^2}$
$F = z \times S$	F	Zugkraft	N
$S = \frac{F}{z}$	S	Querschnittsfläche	mm^2
$z_{zul} = \frac{R_e}{v}$	z_{zul}	zulässige Zugspannung	$\frac{N}{mm^2}$
$R_e = z_{zul} \times v$	R_e	Streckgrenze	$\frac{N}{mm^2}$
$v = \frac{R_e}{z_{zul}}$	v	Sicherheitszahl	
$z_{zul} = \frac{R_m}{v}$	R_m	Zugfestigkeit	N
$R_m = z_{zul} \times v$	F_{zul}	zulässige Zugkraft	$\frac{N}{mm^2}$
$v = \frac{R_m}{z_{zul}}$			
$F_{zul} = z_{zul} \times S$			
$z_{zul} = \frac{F_{zul}}{S}$			
$S = \frac{F_{zul}}{z_{zul}}$			

für Stahl und zähe Werkstoffe

für Gusseisen u.a.:

Mechanische Leistung

$P = \frac{W}{t}$	$W = P \times t$	$t = \frac{W}{P}$		P	Leistung	W
$P = \frac{F \times s}{t}$	$F = \frac{P \times t}{s}$	$s = \frac{P \times t}{F}$	$t = \frac{F \times s}{P}$	W	Arbeit	Nm, J, Ws
$P = \frac{m \times g \times s}{t}$	$m = \frac{P \times t}{g \times s}$	$s = \frac{P \times t}{m \times g}$	$t = \frac{m \times g \times s}{P}$	t	Zeit	s
$P = F \times v$	$F = \frac{P}{v}$	$v = \frac{P}{F}$		F	Kraft	N
$P = m \times g \times v$	$m = \frac{P}{g \times v}$	$v = \frac{P}{m \times g}$		s	weg in Kraftrichtung	m
				m	Masse	Kg
$1W = 1 \frac{N \times m}{s}$	$1W = 1 \frac{J}{s}$			g	Erdbeschleunigung	$9,81 \frac{m}{s^2}$
$1KW = 1000W$	$1KW = 1,36PS$			v	Geschwindigkeit	$\frac{m}{s}$