



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Trainer Tabellenbuch Metall

Fit in der Anwendung

3. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 14030

Autoren:

Marcus Molitor Warstein-Belecke
Volker Tammen Wiefelstede

Lektorat:

Roland Gomeringer Meßstetten

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel, Ostfildern

Maßgebend für die Anwendung der Normen und der anderen Regelwerke sind deren neueste Ausgaben. Sie können durch die Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin, bezogen werden.

Inhalte des Kapitels „Programmaufbau bei CNC-Maschinen nach PAL“ richten sich nach Veröffentlichungen der PAL-Prüfungsaufgaben- und Lehrmittelentwicklungsstelle der IHK Region Stuttgart.

3. Auflage 2020

Druck 6 5 4 3 2 1

Alle Drucke dieser Auflage sind im Unterricht nebeneinander einsetzbar, da sie bis auf korrigierte Druckfehler und kleine Normänderungen unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-1686-7

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2020 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: Satz+Layout Werkstatt Kluth GmbH, 50374 Erftstadt
Umschlag: Grafische Produktionen Jürgen Neumann, 97222 Rimpar
Umschlagfoto: Sauter Feinmechanik GmbH, 72555 Metzingen
Druck: RCOM Print GmbH, 97222 Rimpar

Vorwort

Im Rahmen des handlungsorientierten Unterrichts ist das Tabellenbuch Metall eine der Hauptinformationsquellen. Das selbstständige Lernen und Arbeiten erfordert einen sicheren Umgang mit Formeln, Tabellen und Fachinformationen. Dazu gehören neben dem Auffinden von Inhalten auch die Verknüpfung von technischen Werten, die an unterschiedlichen Verweisstellen stehen, sowie der Umgang mit Normen und Normbezeichnungen.

Das vorliegende Buch ist als Arbeits- und Übungsbuch angelegt, um den Umgang mit dem Tabellenbuch Metall zu trainieren und ist in verständlicher Sprache geschrieben. Es soll fit machen in der Anwendung des Tabellenbuches: „Was steht wo?“ Auch das Lösungsheft trägt dazu bei, da es, je nach Intention, sofort vom Schüler als Selbstkontrolle oder gezielt vom Lehrer eingesetzt werden kann.

Da das Tabellenbuch Metall oft für Prüfungen verwendet wird, hat der sichere Umgang damit auch Prüfungsrelevanz. Je schneller das Auffinden von Werten und Sachverhalten, umso mehr Zeit bleibt zur Lösung von Problemen.

Das Trainingsbuch ist an das Tabellenbuch angelehnt und übernimmt dessen Reihenfolge und Inhalte. Es enthält Aufgaben und Fragen zu fast allen Themen des Tabellenbuches. Außerdem werden neben einem Vorspannkapitel zum „Umgang mit Formeln und Tabellen“ am Ende des Arbeitsbuches kleinere Projekte zur Bearbeitung angeboten, wie sie in Lernfeldern, Lernsituationen oder Prüfungen vorkommen.

Fachthemen und Projekte sind jeweils auf einem Blatt mit Vorder- und Rückseite dargestellt.

Zielgruppen dieses Trainingsbuches sind alle Auszubildenden der Metallberufe aus Handwerk und Industrie, wie z. B. Fachwerker der Metalltechnik, Industriemechaniker, Werkzeugmechaniker, Feinwerkmechaniker und Zerspanungsmechaniker oder Technische Produktdesigner. Aber auch Bildungsgänge zur beruflichen Erstqualifizierung, verschiedene Fachschulen, Berufskollegs, Berufsoberschulen und Berufliche Gymnasien wenden das Buch als Übungsmaterial zum Umgang mit dem Tabellenbuch Metall an.

Die Lösungen der Aufgaben werden in einem separaten Lösungsheft angeboten. Dieses beinhaltet die richtige Antwort der Auswahlantworten und bei offenen Fragen eine Lösung mit verkürztem Lösungsweg.

In der **3. Auflage** hat sich am bewährten Aufbau des Buches nichts geändert. Neben redaktionellen Korrekturen wurden der Inhalt des Buches und die Lösungen der Aufgaben an die 48. Auflage des Tabellenbuches Metall angepasst. Neue Normen finden entsprechend Berücksichtigung. Ergänzt wurde das Kapitel **Technische Mathematik** mit Beispielen zu Größen und Einheiten und das Kapitel **Technische Physik** durch zusätzliche Aufgaben zur Berechnung von konstanten und beschleunigten Bewegungen. Bei der **Technischen Kommunikation** wird auf die Neuerungen der Geometrischen Tolerierung eingegangen und das Kapitel **Werkstofftechnik** erhält weitere Beispiele zu Werkstoffen und deren Eigenschaften. Neu und sehr aktuell ist ein Aufgabenteil zum Thema Industrie 4.0 zum Einstieg in das Kapitel **Fertigungstechnik**.

Hinweise, die zur Verbesserung und Erweiterung dieses Buches beitragen, nehmen wir dankbar entgegen. Verbesserungsvorschläge können dem Verlag und damit den Autoren unter der Verlagsadresse oder per E-Mail (lektorat@europa-lehrmittel.de) gerne mitgeteilt werden.

Formeln und Tabellen

Umgang mit Formeln	5
Umgang mit Formeln und Tabellen	9

1 Technische Mathematik

Größen und Einheiten	11
Formeln, Gleichungen und Diagramme	13
Rechnen mit Größen, Prozent- und Zinsrechnung	14
Strahlensatz und Pythagoras	15
Winkelfunktionen, Sinussatz, Kosinussatz	16
Längen und Flächen	17
Volumen und Masse	18

2 Technische Physik

Konstante, beschleunigte und verzögerte Bewegungen	19
Konstante und beschleunigte Bewegung	20
Geschwindigkeiten an Maschinen	21
Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	22
Kräfte, Drehmoment	23
Kräfte, Drehmoment, Mechanische Arbeit	24
Beanspruchung auf Zug und Druck	25
Beanspruchung auf Abscherung	26
Beanspruchung auf Biegung und Torsion	27
Mechanische Arbeit, Energie	28
Einfache Maschinen und Energie	29
Leistung, Wirkungsgrad, Reibung	30
Druck in Flüssigkeiten	31
Wärmetechnik	32
Elektrotechnik	33
Elektrische Arbeit und Leistung	34

3 Technische Kommunikation

Geometrische Grundkonstruktion	35
Zeichnungselemente	36
Darstellungen in Zeichnungen	37
Maßeintragung	38
Toleranzangaben	40
Maschinenelemente	41
Werkstückelemente	42
Schweißen und Löten	43
Oberflächen	44
Toleranzen und Passungen	45
Geometrische Tolerierung	47

4 Werkstofftechnik

Stoffe	48
Stähle, Bezeichnungssystem	51
Baustähle	52
Einsatzstähle, Vergütungsstähle	53
Werkzeugstähle, Nichtrostende Stähle, Federstähle	54
Nitrierstähle, Automatenstähle	55
Bleche, Bänder, Rohre	56
Stabstahl, Winkelstahl	57
Wärmebehandlung von Stählen	58
Gusseisen	60
Gießereitechnik	61
Leichtmetalle	62
Schwermetalle	63
Kunststoffe	64
Werkstoffprüfverfahren	68
Härteprüfung	69

5 Maschinenelemente

Schrauben und Gewinde	70
Schrauben und Senkungen	71
Schraubenfestigkeit	72
Muttern	73
Scheiben	74
Stifte und Bolzen	75
Welle-Nabe-Verbindung	76
Kegelschaft	77
Federn	78
Sonstige Maschinenelemente	79
Antriebselemente	80
Übersetzungen	81
Gleitlager	82
Wälzlager	83
Sicherungs- und Dichtelemente	84
Schmierstoffe	85

6 Fertigungstechnik

Industrie 4.0	86
Qualitätsmanagement	87
Produktionsorganisation	91
Auftragszeit, Belegungszeit	92
Kalkulation	93
Instandhaltung	95
Spanende Fertigung	97
Drehen	99
CNC-Drehen	101
Fräsen	103
CNC-Fräsen	105
Bohren, Senken, Reiben	107
Schleifen	109
CNC-Technik	111
Abtragen	113
Trennen durch Schneiden	114
Biegen	115
Tiefziehen	116
Spritzgießen	117
Schmelzschweißen	119
Lichtbogenschweißen	120
Löten und Lötverbindungen	121
Kleben und Klebkonstruktionen	122
Gefahren am Arbeitsplatz	123
Gefährliche Stoffe und Gase	125
Symbole zum Arbeitsschutz	126

7 Automatisierungstechnik

Grundbegriffe SRT	127
GRAFCET	128
Pneumatische Steuerung	129
Hydraulische Steuerung	131
Elektrotechnische Schaltungen	133
SPS-Steuerung	135

8 Projekte

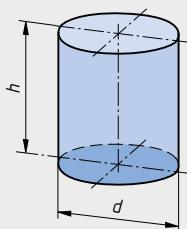
Technische Kommunikation – Bohrvorrichtung	137
Technische Kommunikation – Gewindegelenk	139
Qualitätsanalyse – Statistische Auswertung	141
Baugruppenmontage – Exzenterpresse	143
Herstellung eines Bolzens	145
Herstellung einer Trägerplatte	147
Tiefziehwerkzeug	149
Automatisierung eines Prüfstandes	151

Formeln und Tabellen

Umgang mit Formeln

Beispiel 1

Gegeben ist ein Zylinder aus Aluminium mit einem Durchmesser $d = 20 \text{ mm}$ und der Höhe $h = 50 \text{ mm}$. Berechnen Sie die Masse m in kg des Bauteils.



Schritt 1

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „**Masse, Berechnung**“ auf Seite 27 verwiesen. Dort ist folgende Formel zu finden:

$$m = V \cdot \varrho$$

Zur Berechnung der Masse benötigt man also das Volumen V und die Dichte ϱ .



Schritt 2

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „**Volumen, Berechnung**“ auf Seite 25 verwiesen. Dort ist folgende Formel für die Volumenberechnung eines Zylinders zu finden:

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h$$

Unter Verwendung der Formel in Kombination mit dem gegebenen Durchmesser $d = 20 \text{ mm}$ und der Höhe $h = 20 \text{ mm}$ kann nun das Volumen des Zylinders berechnet werden.

$$V = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot h = \frac{\pi \cdot (20 \text{ mm})^2}{4} \cdot 50 \text{ mm} = 15708 \text{ mm}^3 = 0,015708 \text{ dm}^3$$



Schritt 3

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „**Dichte, Werte**“ auf Seite 124 verwiesen. Dort ist in der Tabelle „**Stoffwerte von festen Stoffen**“ für den Stoff Al, also Aluminium (Al), eine Dichte von $\varrho = 2,7 \text{ kg/dm}^3$ aufgeführt.



Schritt 4

Nun sind alle Werte für die Berechnung der Masse mit der Formel aus **Schritt 1** vorhanden. Es ergibt sich folgende Rechnung:

$$m = V \cdot \varrho = 0,015708 \text{ dm}^3 \cdot 2,7 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0,042 \text{ kg}$$

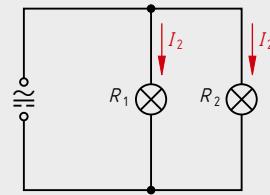


Antwort: Die Masse des Zylinders beträgt $m = 0,042 \text{ kg}$.

Umgang mit Formeln

Beispiel 2

An der Spannung $U = 230 \text{ V}$ liegen zwei parallel geschaltete Lampen mit den Widerständen $R_1 = 718 \Omega$ und $R_2 = 522 \Omega$. Wie groß sind die Teilstromstärken I_1 und I_2 sowie die Gesamtstromstärke I in A und der Gesamtwiderstand R in Ω ?



Schritt 1

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „**Parallelschaltung**“ auf Seite 54 und unter dem Begriff „**Ohmsches Gesetz**“ auf Seite 53 verwiesen. Dort sind folgende Formeln zu finden:

Ohmsches Gesetz: $I = \frac{U}{R}$

Gesamtstrom: $I = I_1 + I_2 + \dots$

Gesamtwiderstand: $R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

Die Teilströme I_1 und I_2 müssen mithilfe des Ohmschen Gesetzes berechnet werden, welche dann zur Berechnung des Gesamtstroms I benötigt werden. Der Gesamtwiderstand R kann mit den Angaben aus der Aufgabenstellung berechnet werden.



Schritt 2

Auf der Seite 54 wird im Abschnitt „**Parallelschaltung von Widerständen**“ mit der Formel $U = U_1 = U_2 = \dots$ angegeben, dass die Spannung an den Widerständen einer Parallelschaltung stets gleich sind. Daher können die Teilströme nun mit dem Ohmschen Gesetz bestimmt werden.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{718 \Omega} = 0,32 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{230 \text{ V}}{522 \Omega} = 0,44 \text{ A}$$



Schritt 3

Mit den ermittelten Teilströmen wird nun der Gesamtstrom berechnet.

$$I = I_1 + I_2 = 0,32 \text{ A} + 0,44 \text{ A} = 0,76 \text{ A}$$



Schritt 4

Als letzter Schritt folgt nun die Bestimmung des Gesamtwiderstands.

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{718 \Omega \cdot 522 \Omega}{718 \Omega + 522 \Omega} = 302,25 \Omega$$



Antwort: Die Teilstromstärken betragen $I_1 = 0,32 \text{ A}$ und $I_2 = 0,44 \text{ A}$, woraus sich der Gesamtstrom $I = 0,76 \text{ A}$ ergibt. Der Gesamtwiderstand beträgt $R = 302,25 \Omega$.

Umgang mit Formeln

Beispiel 1

Für eine Schraubenverbindung soll eine Senkschraube ISO 10642 – M6 x 60 – 8.8 verwendet werden. Bestimmen Sie zur Herstellung der Bohrung den Durchmesser d_1 des Durchgangslochs und für die Senkung die erforderliche Tiefe t_1 .

Schritt 1

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „Senkschraube“ auf Seite 225 verwiesen. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass es sich um eine „Senkschraube mit Innensechskant“ handelt. Der Winkel des Schraubenkopfes beträgt 90° .

Senkschrauben mit Innensechskant								
Gewinde d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
SW	2	2,5	3	4	5	6	8	10
d_k	5,5	7,5	9,4	11,3	15,2	19,2	23,1	29
k	1,9	2,5	3,1	3,7	5	6,2	7,4	8,8
b für l	18	20	22	24	28	32	36	44
	≥ 30	≥ 30	≥ 35	≥ 40	≥ 50	≥ 55	≥ 65	≥ 80
l_1 für l	1,5	2,1	2,4	3	3,8	4,5	5,3	6
	≤ 25	≤ 25	≤ 30	≤ 35	≤ 45	≤ 50	≤ 60	≤ 70
l von bis	8 30	8 40	8 50	8 60	10 80	12 100	20 100	30 100
Festigkeitskl.	8.8, 10.9, 12.9							
Nennlängen l	8, 10, 12, 16, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65, 70, 80, 90, 100 mm							
⇒	Senkschraube ISO 10642 – M5 x 30 – 8.8: $d = M5$, $l = 30$ mm, Festigkeitsklasse 8.8							

Produktklasse A (Seite 220)

Senkungen für Senkschrauben

Form A und Form F							
Gewinde-Ø	1,6	2	2,5	3			
Form A	d_1 H13 ¹⁾	1,8	2,4	2,9	3,4		
	d_2 H13	3,7	4,6	5,7	6,5		
	$t_1 \approx$	0,9	1,1	1,4	1,6		
⇒	Senkung DIN 74 – A4: Form A, Gev						
Anwendung der Form A für:	Senk-Holzschrauben Linsensenk-Holzschrauben						
Gewinde-Ø	10	12	16				
Form E	d_1 H13 ¹⁾	10,5	13	17			
	d_2 H13	19	24	31			
	$t_1 \approx$	5,5	7	9			
	α	$75^\circ \pm 1^\circ$					
⇒	Senkung DIN 74 – E12: Form E, Gev						
Anwendung der Form E für:	Senkschrauben für Stahlkonstruktionen						
Gewinde-Ø	3	4	5	6			
Form F	d_1 H13 ¹⁾	3,4	4,5	5,5	6,6		
	d_2 H13	6,9	9,2	11,5	13,7		
	$t_1 \approx$	1,8	2,3	3,0	3,6		
⇒	Senkung DIN 74 – F12: Form F, Gev						
Anwendung der Form F für:	Senkschrauben mit Innensechskant						

Zeichnerische Darstellung: Seite 84
Formen B, C und D nicht mehr genormt

¹⁾ Durchgangsloch mittel nach DIN EN 20273, Seite 210

Schritt 2

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „Senkungen für Senkschrauben“ auf Seite 236 verwiesen. Es muss eine Senkung der Form F hergestellt werden, da eine Senkschraube mit Innensechskant verwendet wird. Des Weiteren besitzt die Schraube einen Gewindedurchmesser $d = M6$.

Daraus ergibt sich folgendes Ergebnis:

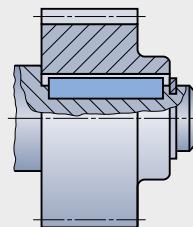
Der Durchmesser beträgt $d_1 = 6,6$ mm, die Tiefe der Senkung $t_1 \approx 3,6$ mm.

Umgang mit Formeln

Beispiel 2

Die skizzierte Welle-Nabe-Verbindung erfolgt durch eine Passfeder DIN 6885 der Form A mit einer Länge $l = 25$ mm. Der Wellendurchmesser beträgt $d_1 = 17$ mm. Die Passfeder hat in der Welle festen und in der Nabe leichten Sitz.

- 1) Wählen Sie eine geeignete Passfeder.
- 2) Bestimmen Sie die Fertigungsmaße b , l und t_1 für die Wellennut.



Schritt 1

Im Sachwortverzeichnis **TM** wird unter dem Begriff „**Passfeder**“ und im Normenverzeichnis unter „**DIN 6885**“ auf Seite 253 verwiesen.

Schritt 2

Um den geforderten festen Sitz der Passfeder in der Wellennut zu gewährleisten wird mit der Toleranz P9 gefertigt. Die zulässige Abweichung der Wellennuttiefe t_1 beträgt $+0,1$ mm, die der Nutlänge beträgt $l +0,2$ mm.

Passfedern (hohe Form)						Toleranzen für Passfederhülsen																					
Form A		Form B		Form C		Form D		Form E		Form F		Wellennuttiefe t_1		Festes Sitz ¹⁾		Leichtes Sitz ²⁾											
						t_1	t_2	b	l	t_1	t_2	b	l	t_1	t_2	b	l										
d_1 über bis		6	8	10	12	12	17	17	22	22	30	38	44	44	50	50	58	65	65	75	85	95	95	110	110	130	
b h		2	2	3	4	5	5	6	6	8	10	12	14	14	16	18	20	22	22	25	25	28	28	32	32	18	
t_1		1,2	1,8	2,5	3	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11	11	12	12	14	14	16	16	18	
t_2		1	1,4	1,8	2,3	2,3	2,8	3,3	3,3	3,8	3,8	4,3	4,4	4,4	4,9	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	6,4	6,4	7,4	7,4	7,4	
l von bis		6	6	8	10	10	14	14	18	18	20	28	36	36	45	50	50	56	63	63	70	70	80	80	90	90	360
Nennlängen l		6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50, 56, 63, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 220, 250, 280, 320 mm																									
⇒		Passfeder DIN 6885 – A – 12 x 8 x 56: Form A, $b = 12$ mm, $h = 8$ mm, $l = 56$ mm																									

Schritt 3

Aufgrund der gegebenen Form A und der Länge $l = 25$ mm ergibt sich folgende geeignete Passfeder: **Passfeder DIN 6885 – A – 5x5x25**.

Die Fertigungsmaße für eine Welle mit dem Durchmesser $d_1 = 17$ mm lauten wie folgt:

Breite $b = 5$ P9 mm, Wellennuttiefe $t_1 = 3 + 0,1$ mm, Nutlänge $l = 25 + 0,2$ mm.

Formeln und Tabellen

Umgang mit Formeln und Tabellen

Beispiel 1

Eine zylindrische Schraubenzugfeder aus nichtrostendem Federstahldraht DIN EN 10270-3 mit einem Drahtdurchmesser von $d = 2 \text{ mm}$ wird durch ein Gewicht senkrecht nach unten auf Zug belastet. Zu prüfen ist, ob die Feder eine ausreichende Federkraft aufweist, damit sie sich, aufgrund der Gewichtskraft $F_G = 98,1 \text{ N}$, um nicht mehr als $s = 200 \text{ mm}$ längt.

Schritt 1

Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „**Federkraft**“ auf Seite 34 verwiesen. Dort ist folgende Formel zu finden: $F = R \cdot s$

Zur Berechnung der Federkraft muss nun noch die Federrate R bestimmt werden.

Schritt 2

Im Sachwortverzeichnis findet sich der Hinweis „**Federn, Zug-, Druck-, Tellerfedern**“ mit dem Verweis auf Seite 255. In der Tabelle „**Zylindrische Schrauben-Zugfedern**“ auf Seite 255 ist dem unteren Teil „**Zugfeder aus nichtrostendem Federstahldraht**“ die Federrate $R = 0,779 \text{ N/mm}$ zu entnehmen.

Zylindrische Schrauben-Zugfedern

d	D_a	D_h	L_0	L_k	F_0	F_n	R	s_n	
Zugfedern aus patentiert-gezogenem, unlegiertem Federstahldraht¹⁾ vgl. DIN EN 10270-1 (2012-01)									
0,20	3,00	3,50	8,6	4,35	0,06	1,26	0,036	33,37	
Zugfedern aus nichtrostendem Federstahldraht¹⁾ vgl. DIN EN 10270-3 (2012-01)									
0,20	3,00	3,50	8,60	4,35	0,05	0,99	0,031	30,54	
0,40	7,00	8,00	12,70	2,60	0,121	3,251	0,142	22,11	
0,63	8,60	9,90	19,90	7,88	0,631	9,861	0,237	38,97	
0,80	10,80	12,30	25,1	10,20	0,971	15,67	0,305	48,19	
1,00	13,50	15,40	31,4	12,50	1,411	23,77	0,390	57,40	
1,25	17,20	19,50	39,8	15,63	2,211	35,50	0,458	72,73	
1,40	15,00	17,50	34,9	15,05	4,351	55,72	1,371	37,48	
1,60	21,60	24,50	50,2	20,00	3,211	56,93	0,623	86,19	
2,00	27,00	30,50	62,8	25,00	5,501	84,86	0,779	101,86	
4,00	44,00	50,60	117,0	58,00	19,600	366,50	2,593	133,83	

Schritt 3

Nun kann die Federkraft bestimmt werden.

$$F = R \cdot s = 0,779 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 200 \text{ mm} = 155,8 \text{ N}$$

Antwort: Für einen Federweg von $s = 200 \text{ mm}$ wird eine Federkraft $F = 155,8 \text{ N}$ benötigt. Da die Gewichtskraft lediglich $F_G = 98,1 \text{ N}$ beträgt, ist die Federkraft somit ausreichend.

Umgang mit Formeln und Tabellen

Beispiel 2

Der Deckel eines Druckluftzylinders soll mit acht Zylinderschrauben (Metrisches ISO-Gewinde DIN 13, Festigkeitsklasse 9.8) befestigt werden. Die erwartete Zugbeanspruchung je Schraube beträgt $F = 23 \text{ kN}$, der vorgegebene Sicherheitsfaktor ist mit $v = 2$ angegeben. Welches Gewinde muss die Schraube mindestens besitzen?

Schritt 1

Im Sachwortverzeichnis  wird unter dem Begriff „Zugbeanspruchung“ auf Seite 43 verwiesen. Dort sind die folgenden Formeln zu finden:

$$\text{Erforderliche Querschnittsfläche: } S_{\text{erf}} = \frac{F}{\sigma_{\text{zzul}}} \quad \text{Zulässige Zugspannung: } \sigma_{\text{zzul}} = \frac{R_e}{v}$$

Um die erforderliche Querschnittsfläche zu erhalten, wird die zulässige Zugspannung σ_{zzul} benötigt. Hierfür ist zunächst die Streckgrenze R_e über die Festigkeitsklasse zu bestimmen.

Schritt 2

Im Sachwortverzeichnis  wird unter dem Begriff „Festigkeitsklassen von Schrauben und Muttern“ auf die Seite 220 verwiesen. Dort befindet sich die Tabelle „Festigkeitsklassen und Werkstoffkennwerte“. Dieser ist für die Festigkeitsklasse 9.8 die Streckgrenze $R_e = 720 \text{ N/mm}^2$ zu entnehmen.

Festigkeitsklassen und Werkstoffkennwerte

	Werkstoffkennwerte	Festigkeitsklassen für Schrauben aus								
		unlegierten und legierten Stählen				nichtrostenden Stählen ¹⁾				
8.8	5.8	6.8	8.8	9.8	10.9	12.9	A2-50	A4-50	A2-70	
	Zugfestigkeit R_m in N/mm ²	500	600	800	900	1000	1200	500	500	700
	Streckgrenze R_e in N/mm ²	400	480	640	720	900	1080	210	210	450
	Bruchdehnung A in %	—	—	12	10	9	8	20	20	13

¹⁾ Die Werkstoffkennwerte gelten für Gewinde $\leq M20$.

Schritt 3

Nun können die zulässige Zugspannung und anschließend die erforderliche Querschnittsfläche aus **Schritt 1** berechnet werden.

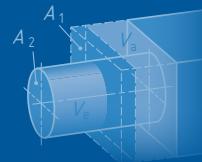
$$\sigma_{\text{zzul}} = \frac{R_e}{v} = \frac{720 \text{ N}}{\text{mm}^2 \cdot 2} = 360 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \quad S_{\text{erf}} = \frac{F}{\sigma_{\text{zzul}}} = \frac{23000 \text{ N} \cdot \text{mm}^2}{360 \text{ N}} = 63,9 \text{ mm}^2$$

Schritt 4

Im Sachwortverzeichnis  wird unter dem Begriff „Metrisches ISO-Gewinde“ auf Seite 214 verwiesen. In der dortigen Tabelle „Nennmaße für Regelgewinde Reihe 1“ ist der errechnete Spannungsquerschnitt nicht aufgeführt. Daher wird der nächsthöhere Spannungsquerschnitt $S = 84,3 \text{ mm}^2$ gewählt, dem das **Gewinde M 12** zuzuordnen ist.

Nennmaße für Regelgewinde Reihe 1 ¹⁾ (Maße in mm)										vgl. DIN 13-1 (1999-11)	
Gewindebezeichnung $d = D$	Steigung P	Flanken-Ø $d_2 = D_2$	Kern-Ø d_3	Außen-gewinde D_1	Gewindetiefe h_3	Außen-gewinde D_1	Innen-gewinde H_1	Rundung R	Spannungsquerschnitt S mm ²	Bohrer-Ø für Gewindekernloch ²⁾	Sechskantschlüsseleweite ³⁾
M 1	0.25	0.84	0.69	0.73	0.15	0.14	0.04	0.46	0.46	0.75	—
M 3	0.33	1.08	0.85	1.00	0.22	0.20	0.04	0.60	0.60	1.00	—
M 5	0.50	1.60	1.25	1.60	0.40	0.35	0.05	0.80	0.80	1.50	—
M 6	0.67	2.00	1.60	2.00	0.50	0.45	0.06	1.00	1.00	2.00	—
M 8	0.83	2.50	2.00	2.50	0.60	0.55	0.08	1.20	1.20	2.50	—
M 10	1.5	9.03	8.16	8.38	0.92	0.81	0.22	58.0	58.0	8.5	16
M 12	1.75	10.06	9.05	10.11	1.07	0.95	0.25	84.3	84.3	10.2	18
M 14 ⁴⁾	2	12.70	11.55	11.84	1.23	1.08	0.29	115.47	115.47	12	21

Antwort: Das benötigte Gewinde der angedachten Schrauben sollte mindestens **M 12** sein.



Größen und Einheiten

Aufgabe 1

Welche Umrechnung von Zahlenwert und Einheit ist korrekt?

- ① $1 \text{ km} = 100 \text{ m}$
- ② $65 \text{ s} = 1,5 \text{ min}$
- ③ $5 \text{ inch} = 101,6 \text{ mm}$
- ④ $2 \text{ m}^3 = 2000000 \text{ cm}^3$
- ⑤ $50 \text{ g} = 5000 \text{ mg}$

Aufgabe 2

Welche Beziehung zwischen den Einheiten stimmt nicht?

- ① $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg} = 1 \text{ Mg}$
- ② $1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 3600 \text{ s}$
- ③ $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1 \text{ J/m}$
- ④ $1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1000 \text{ mm}$
- ⑤ $1000 \text{ kg/m}^3 = 1 \text{ t/m}^3 = 1 \text{ mg/mm}^3$

Aufgabe 3

Wie viele Sekunden entsprechen 5 Minuten?

- ① 60 s
- ② 120 s
- ③ 180 s
- ④ 240 s
- ⑤ 300 s

Aufgabe 4

In welcher Auswahlantwort sind die Umrechnungsfaktoren für Einheiten nicht richtig dargestellt?

- ① $1 = \frac{10 \text{ mm}}{1 \text{ cm}} = \frac{1000 \text{ mm}}{1 \text{ m}} = \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}}$
- ② $1 = \frac{100 \text{ cm}^2}{1 \text{ dm}^2} = \frac{1 \text{ cm}^2}{100 \text{ mm}^2} = \frac{1 \text{ dm}^2}{100 \text{ cm}^2}$
- ③ $1 = \frac{1000 \text{ mm}^3}{1 \text{ cm}^3} = \frac{1000 \text{ cm}^3}{1 \text{ dm}^3} = \frac{1 \text{ dm}^3}{100 \text{ cm}^3}$
- ④ $1 = \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} = \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}}$
- ⑤ $1 = \frac{60'}{1^\circ} = \frac{3600''}{1^\circ} = \frac{1^\circ}{60 \text{ s}}$

Aufgabe 5

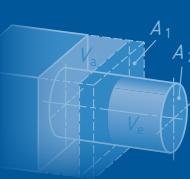
Welche Aussage ist richtig?

- ① $1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
- ② $1 \text{ kg} = 100 \text{ g}$
- ③ $1 \text{ kg} = 10 \text{ g}$
- ④ $1 \text{ kg} = 1 \text{ g}$
- ⑤ $1 \text{ kg} = 0,1 \text{ g}$

Aufgabe 6

Welcher Vorsatzname ist der richtigen Zehnerpotenz zugeordnet?

Vorsatzname	Potenz
① Giga	10^{12}
② Milli	10^{-6}
③ Zenti	10^{-2}
④ Piko	10^{12}
⑤ Mikro	10^{-9}



Größen und Einheiten

Aufgabe 1

Die Leistung eines Autos wird mit $P = 130$ PS angegeben. Welcher Leistung entspricht dies in kW?

- ① $P = 177 \text{ kW}$
 - ② $P = 0,006 \text{ kW}$
 - ③ $P = 96 \text{ kW}$
 - ④ $P = 6 \text{ kW}$
 - ⑤ $P = 220 \text{ kW}$

Aufgabe 3

Bei welcher Angabe handelt es sich nicht um eine Einheit eines ebenen Winkels?

- ① Radiant
 - ② Grad
 - ③ Steradian
 - ④ Minute
 - ⑤ Sekunde

Aufgabe 5

Welche Aussage zur Frequenz trifft zu?

- ① 1 Hz \triangleq 1000 Schwingungen in 1 Sekunde
 - ② 1 Hz \triangleq 100 Schwingungen in 1 Sekunde
 - ③ 1 Hz \triangleq 10 Schwingungen in 1 Sekunde
 - ④ 1 Hz \triangleq 1 Schwingung in 1 Sekunde
 - ⑤ 1 Hz \triangleq 0,1 Schwingungen in 1 Sekunde

Aufgabe 2

Wie lauten die Basiseinheiten und dazugehörige Einheitszeichen für die Basisgrößen Länge, Zeit und Lichtstärke?

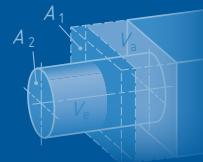
Aufgabe 4

Erläutern Sie den Begriff „Impuls“.

Aufgabe 6

Wofür wird die flächenbezogene Masse m'' angewendet?

- ① Zur Berechnung der Masse von Blechen
 - ② Zur Berechnung der Masse von Stäben
 - ③ Zur Berechnung der Masse von Profilen
 - ④ Zur Berechnung der Masse von Rohren
 - ⑤ Zur Berechnung der Masse von Kugeln



Formeln, Gleichungen und Diagramme

Aufgabe 1

Physikalische Größen werden in der Regel über Formeln berechnet. Aus welchen Elementen besteht eine Formel?

- ① Formelzeichen, Konstante, Zahl, Einheit
- ② Formelzeichen, Zahl, Operator, Einheit
- ③ Operator, Zahl, Einheit, Konstante
- ④ Konstante, Operator, Zahl, Formelzeichen
- ⑤ Konstante, Operator, Einheit, Formelzeichen

Aufgabe 2

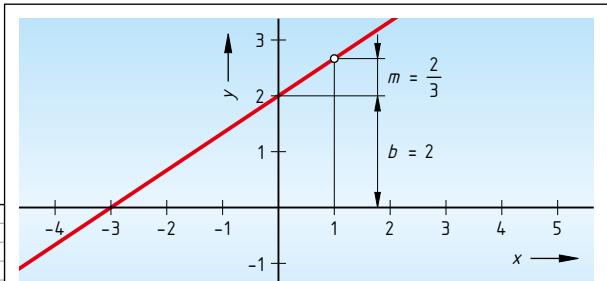
Welche Aussage über Zahlenwertgleichungen ist richtig?

- ① Das Ergebnis ist immer eine Zahl.
- ② Die Zahlenwerte der einzelnen Größen dürfen nur in der vorgeschriebenen Einheit verwendet werden.
- ③ Die Einheiten werden bei der Berechnung mitgeführt.
- ④ Die Einheit der gesuchten Größe ist frei wählbar.
- ⑤ Die Berechnung erfolgt immer mit der Basis-einheit.

Aufgabe 3

Gegeben ist das rechts abgebildete Diagramm.

- a) Wie lautet die lineare Funktion?
- b) Wie groß ist der Wert y bei $x = 2$?

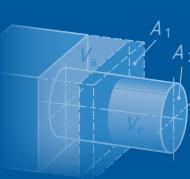


Aufgabe 4

Stellen Sie die Formel nach $v = \frac{s}{t}$ nach t um.

Aufgabe 5

Stellen Sie die Formel $A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$ nach d um.

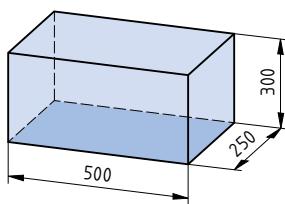


Rechnen mit Größen, Prozent- und Zinsrechnung

Aufgabe 1

Gegeben ist das skizzierte Vierkantprisma. Wie groß ist das Volumen V ?

- ① $V = 3750000 \text{ mm}^3$
- ② $V = 375000 \text{ cm}^3$
- ③ $V = 37,5 \text{ dm}^3$
- ④ $V = 0,375 \text{ m}^3$
- ⑤ $V = 0,0000375 \text{ km}^3$



Aufgabe 3

Wie ist die Winkelangabe $\alpha = 55^\circ 23' 45''$ in Grad ($^\circ$) auszudrücken?

- ① $\alpha = 55,019^\circ$
- ② $\alpha = 55,178^\circ$
- ③ $\alpha = 55,212^\circ$
- ④ $\alpha = 55,396^\circ$
- ⑤ $\alpha = 55,527^\circ$

Aufgabe 5

Ein Fahrzeug bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit von $v = 19,4 \text{ m/s}$. Welche Auswahlantwort gibt die gleiche Geschwindigkeit an?

- ① $v = 71,5 \text{ km/h}$
- ② $v = 7005 \text{ m/h}$
- ③ $v = 1266,8 \text{ m/min}$
- ④ $v = 1266666,7 \text{ mm/min}$
- ⑤ $v = 19400 \text{ mm/s}$

Aufgabe 2

Ein Facharbeiter hat einen Stundenlohn von 12,50 €. Die Löhne werden um 3,5 % angehoben. Wie hoch ist der Stundenlohn nach der Lohnerhöhung?

- ① 11,72 €
- ② 12,94 €
- ③ 13,24 €
- ④ 13,55 €
- ⑤ 13,87 €

Aufgabe 4

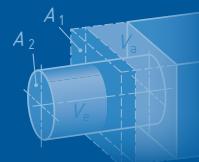
Auf ein Festgeldkonto gibt es 2,2 % Zinsen pro Jahr. Wie hoch ist der Zinsertrag bei einer Laufzeit von 12 Monaten und einer Anlegesumme von 7500,00 €.

- ① 91,25 €
- ② 112,00 €
- ③ 128,56 €
- ④ 165,00 €
- ⑤ 184,47 €

Aufgabe 6

Eine Windkraftanlage besitzt eine Nennleistung $P = 7,58 \text{ MW}$. Wie groß ist dieser Wert in Watt?

- ① $P = 7580000,0 \text{ W}$
- ② $P = 75,8 \text{ W}$
- ③ $P = 75800,0 \text{ W}$
- ④ $P = 7580,0 \text{ W}$
- ⑤ $P = 758000,0 \text{ W}$



Strahlensatz und Pythagoras

Aufgabe 1

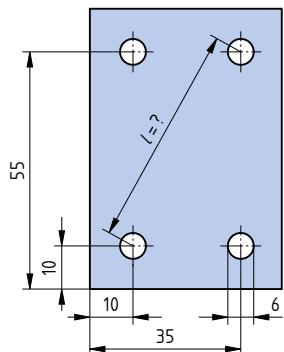
Eine Ölwanne von 950 mm x 1300 mm soll über die Diagonale auf Rechtwinkligkeit überprüft werden. Wie lang muss die Diagonale l sein?

- ① $l = 1499,1$ mm
- ② $l = 1523,1$ mm
- ③ $l = 1566,1$ mm
- ④ $l = 1585,1$ mm
- ⑤ $l = 1610,1$ mm

Aufgabe 3

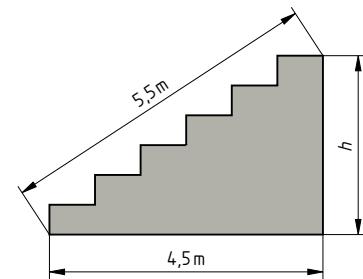
Die Zeichnung einer Bohrplatte ist gegeben. Wie groß ist der Abstand l ?

- ① $l = 47,5$ mm
- ② $l = 51,5$ mm
- ③ $l = 54,5$ mm
- ④ $l = 58,5$ mm
- ⑤ $l = 61,5$ mm



Aufgabe 2

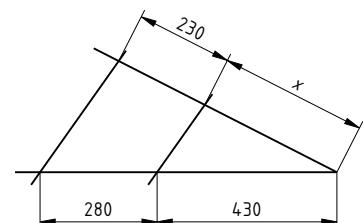
Wie groß ist bei der skizzierten Treppe der Höhenunterschied h ?



Aufgabe 4

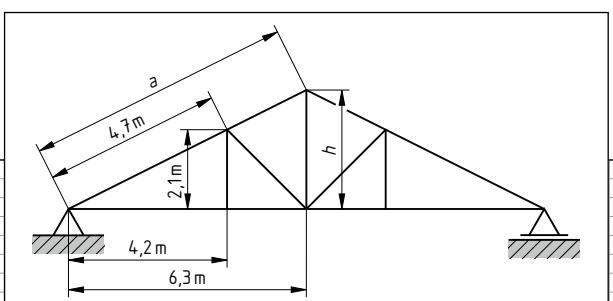
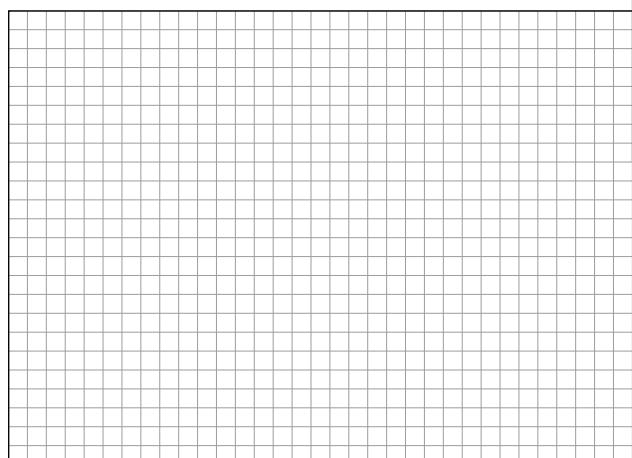
Wie groß ist das in der Skizze fehlende Maß x ?

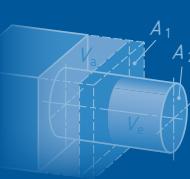
- ① $x = 302,1$ mm
- ② $x = 333,5$ mm
- ③ $x = 342,8$ mm
- ④ $x = 353,2$ mm
- ⑤ $x = 369,6$ mm



Aufgabe 5

Gegeben ist der skizzierte Fachwerkträger. Berechnen Sie die fehlenden Maße a und h .



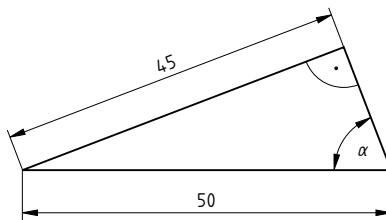


Winkelfunktionen, Sinussatz, Kosinussatz

Aufgabe 1

Wie groß ist der Winkel α des skizzierten Dreiecks?

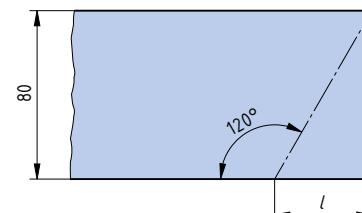
- ① $\alpha = 53,2^\circ$
 - ② $\alpha = 59,2^\circ$
 - ③ $\alpha = 62,2^\circ$
 - ④ $\alpha = 64,2^\circ$
 - ⑤ $\alpha = 69,2^\circ$



Aufgabe 2

Wie groß ist bei dem skizzierten Flachstahl das Maß l ?

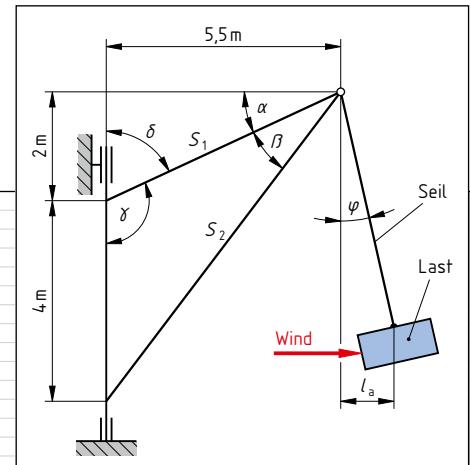
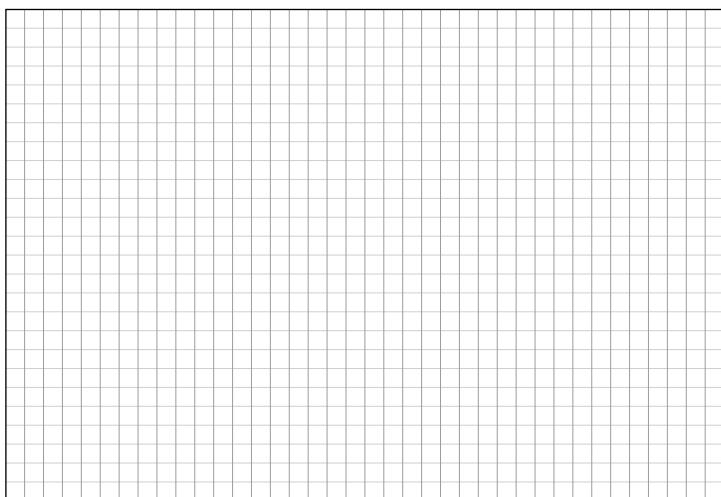
- ① $l = 46,2 \text{ mm}$
 - ② $l = 48,5 \text{ mm}$
 - ③ $l = 50,3 \text{ mm}$
 - ④ $l = 53,1 \text{ mm}$
 - ⑤ $l = 54,7 \text{ mm}$



Aufgabe 3

Gegeben ist der skizzierte Drehkran.

- a) Wie groß sind die Winkel α , β , und γ ?
 b) Bestimmen Sie die Längen der Streben S_1 und S_2 !



Aufgabe 4

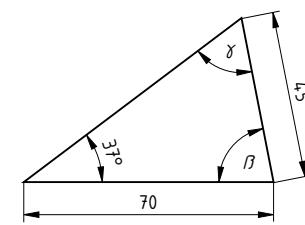
Die am Seil des Drehkrans (Aufgabe 3) hängende Last wird vom Wind um $\varphi = 6^\circ$ aus der Senkrechten ausgelenkt. Die Länge des Seils beträgt $l_s = 4,5$ m. Wie groß ist die Auslenkung l_a ?

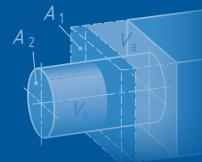
- ① $l_a = 0,37 \text{ m}$
 - ② $l_a = 0,47 \text{ m}$
 - ③ $l_a = 0,57 \text{ m}$
 - ④ $l_a = 0,67 \text{ m}$
 - ⑤ $l_a = 0,77 \text{ m}$

Aufgabe 5

Wie groß ist der Winkel γ des schiefwinkligen Dreiecks?

- ① $\gamma = 64,4$
 - ② $\gamma = 69,4$
 - ③ $\gamma = 73,4$
 - ④ $\gamma = 77,4^\circ$
 - ⑤ $\gamma = 81,4$





Längen und Flächen

Aufgabe 1

Von einem Flachstab $l = 5000$ mm werden 14 Teile von je 235,5 mm Länge abgesägt. Wie groß ist die Restlänge l_R wenn die Sägeschnittbreite $S = 2,5$ mm beträgt?

- ① $l_R = 1599$ mm
- ② $l_R = 1668$ mm
- ③ $l_R = 1689$ mm
- ④ $l_R = 1702$ mm
- ⑤ $l_R = 1715$ mm

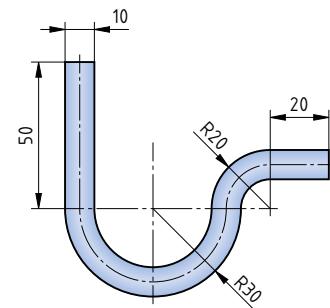
Aufgabe 3

Wie groß ist der mittlere Windungsdurchmesser D_m einer Feder, wenn die gestreckte Länge der Schraubenlinie $l = 483$ mm und die Anzahl der federnden Windungen $i = 12,5$ beträgt?

- ① $D_m = 9,7$ mm
- ② $D_m = 10,0$ mm
- ③ $D_m = 10,3$ mm
- ④ $D_m = 10,6$ mm
- ⑤ $D_m = 10,9$ mm

Aufgabe 2

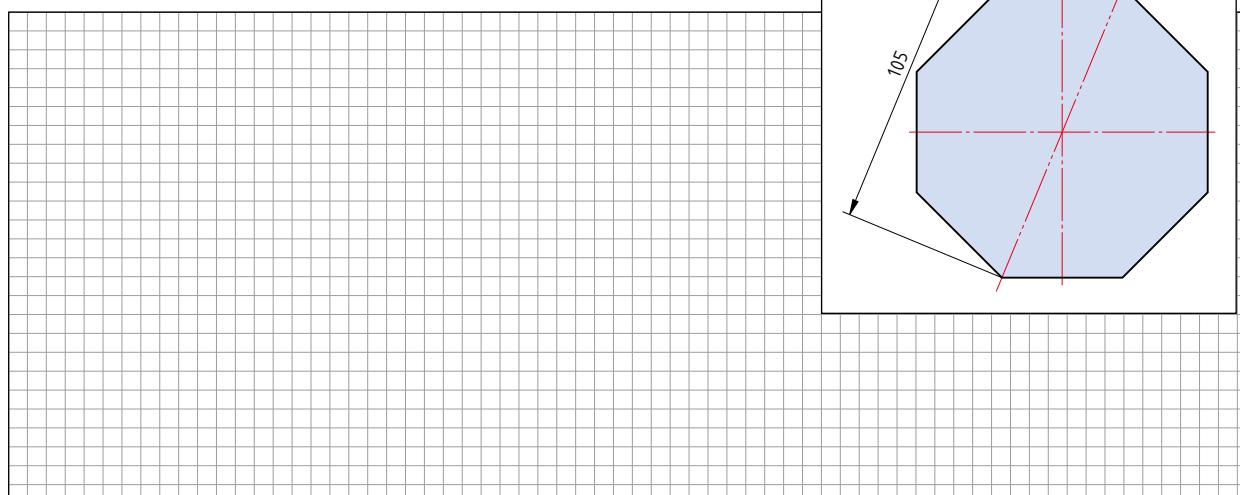
Wie groß ist die gestreckte Länge l des skizzierten Rohrs?



- ① $l = 121,0$ mm
- ② $l = 152,7$ mm
- ③ $l = 160,5$ mm
- ④ $l = 172,1$ mm
- ⑤ $l = 196,0$ mm

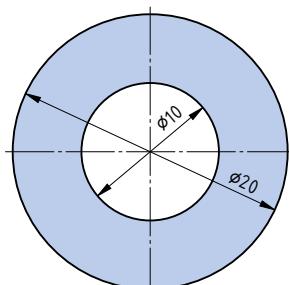
Aufgabe 5

Wie groß ist die Fläche A des skizzierten regelmäßigen Vielecks?

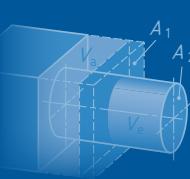


Aufgabe 4

Wie groß ist die Fläche A der skizzierten Unterlegscheibe?



- ① $A = 177,9$ mm 2
- ② $A = 189,1$ mm 2
- ③ $A = 205,7$ mm 2
- ④ $A = 235,6$ mm 2
- ⑤ $A = 256,4$ mm 2

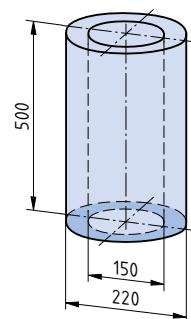


Volumen und Masse

Aufgabe 1

Wie groß ist das Volumen V des skizzierten Hohlzylinders?

- ① $V = 10171 \text{ cm}^3$
- ② $V = 10451 \text{ cm}^3$
- ③ $V = 10899 \text{ cm}^3$
- ④ $V = 11201 \text{ cm}^3$
- ⑤ $V = 11556 \text{ cm}^3$



Aufgabe 3

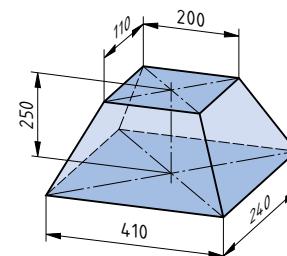
Eine Kugel hat ein Volumen $V = 1950 \text{ mm}^3$. Wie groß ist der Durchmesser d ?

- ① $d = 13,5 \text{ mm}$
- ② $d = 14,0 \text{ mm}$
- ③ $d = 14,5 \text{ mm}$
- ④ $d = 15,0 \text{ mm}$
- ⑤ $d = 15,5 \text{ mm}$

Aufgabe 2

Die Skizze zeigt einen Pyramidenstumpf. Wie groß ist dessen Volumen V ?

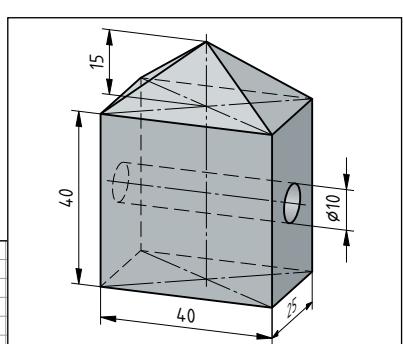
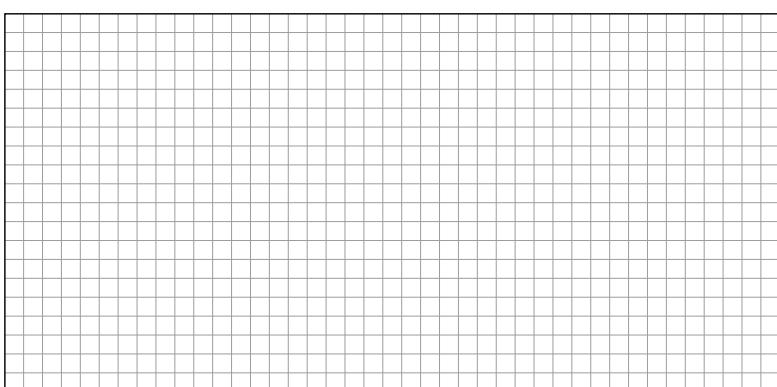
- ① $V = 13,91 \text{ dm}^3$
- ② $V = 14,67 \text{ dm}^3$
- ③ $V = 14,98 \text{ dm}^3$
- ④ $V = 15,22 \text{ dm}^3$
- ⑤ $V = 15,49 \text{ dm}^3$



Aufgabe 5

Der in der Skizze dargestellte geometrische Körper wurde aus Aluminium gefertigt.

- Bestimmen Sie das Volumen V .
- Berechnen Sie die Masse m des Körpers.





Konstante, beschleunigte und verzögerte Bewegungen

Aufgabe 1

Welche Strecke s legt ein Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit $v = 130 \text{ km/h}$ in der Zeit $t = 10 \text{ s}$ zurück?

- ① $s = 247,06 \text{ m}$
- ② $s = 286,96 \text{ m}$
- ③ $s = 301,55 \text{ m}$
- ④ $s = 336,12 \text{ m}$
- ⑤ $s = 361,11 \text{ m}$

Aufgabe 2

Wie groß ist die Winkelgeschwindigkeit ω einer auf einem Winkelschleifer ($n = 11000 \text{ min}^{-1}$) montierten Trennscheibe mit dem Durchmesser $d = 125 \text{ mm}$?

- ① $\omega = 945,3 \text{ s}^{-1}$
- ② $\omega = 12302,3 \text{ s}^{-1}$
- ③ $\omega = 1151,9 \text{ s}^{-1}$
- ④ $\omega = 54732,4 \text{ s}^{-1}$
- ⑤ $\omega = 69115,0 \text{ s}^{-1}$

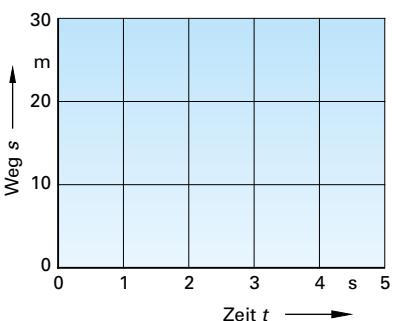
Aufgabe 3

Ein Motorrad beschleunigt konstant mit $a = 7,31 \text{ m/s}^2$ bis auf eine Geschwindigkeit $v = 100 \text{ km/h}$. Welchen Beschleunigungsweg s benötigt es hierfür?

- ① $s = 61,55 \text{ m}$
- ② $s = 52,78 \text{ m}$
- ③ $s = 45,91 \text{ m}$
- ④ $s = 83,45 \text{ m}$
- ⑤ $s = 102,04 \text{ m}$

Aufgabe 4

Tragen Sie die Graphen für die Geschwindigkeiten $v = 10 \text{ m/s}$ und $v = 2,5 \text{ m/s}$ in das Weg-Zeit-Schaubild ein.



Aufgabe 5

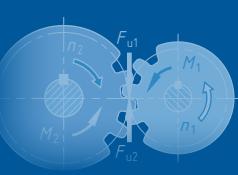
Welche Umfangsgeschwindigkeit v besitzt eine rotierende Scheibe mit dem Durchmesser $d = 110 \text{ mm}$, wenn ihre Winkelgeschwindigkeit $\omega = 1050 \text{ s}^{-1}$ beträgt?

- ① $v = 57,75 \text{ m/s}$
- ② $v = 115,50 \text{ m/s}$
- ③ $v = 28,88 \text{ m/s}$
- ④ $v = 92,32 \text{ m/s}$
- ⑤ $v = 66,67 \text{ m/s}$

Aufgabe 6

Welche Aussage ist richtig?

- ① Die Zunahme der Geschwindigkeit in 1 Sekunde heißt Verzögerung.
- ② Die Zunahme der Geschwindigkeit in 1 Sekunde heißt Beschleunigung.
- ③ Die Zunahme der Geschwindigkeit in 1 Sekunde heißt Winkelgeschwindigkeit.
- ④ Die Abnahme der Geschwindigkeit in 1 Sekunde heißt Beschleunigung.
- ⑤ Die Abnahme der Geschwindigkeit in 1 Sekunde heißt Fallbeschleunigung.



Konstante und beschleunigte Bewegung

Aufgabe 1

Die mittlere Hubgeschwindigkeit eines Lastenaufzuges beträgt $v = 9 \text{ km/h}$. Wie groß ist die Hubgeschwindigkeit v in m/s?

- ① $v = 12 \text{ m/s}$
- ② $v = 9 \text{ m/s}$
- ③ $v = 150 \text{ m/s}$
- ④ $v = 2,5 \text{ m/s}$
- ⑤ $v = 5 \text{ m/s}$

Aufgabe 2

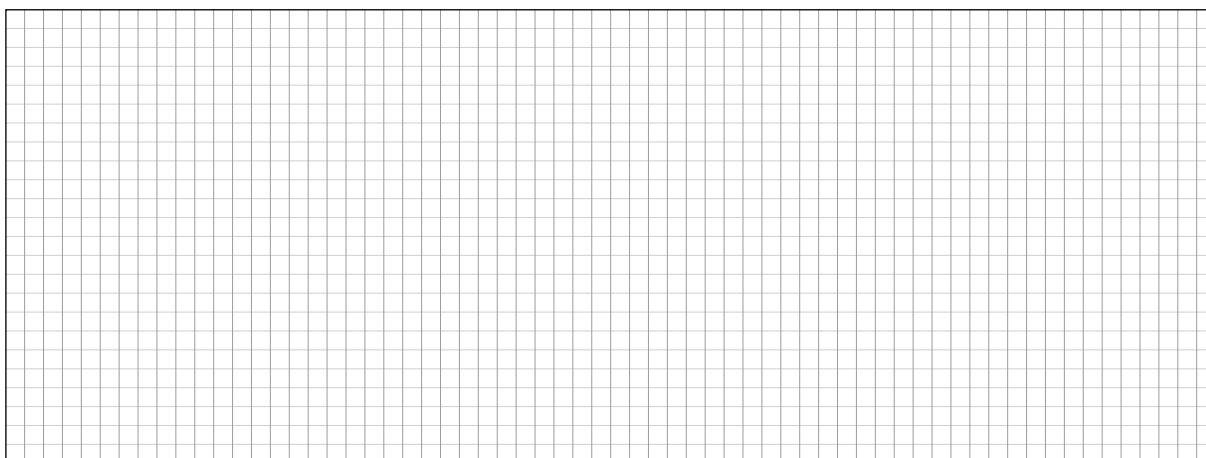
Ein Hallenkran fährt mit einer Geschwindigkeit $v = 5 \text{ m/min}$. Die Halle ist 100 m lang. Welche Zeit benötigt der Hallenkran um eine Strecke von 90 m zurückzulegen.

- ① $t = 3 \text{ min}$
- ② $t = 18 \text{ min}$
- ③ $t = 0,3 \text{ min}$
- ④ $t = 70 \text{ min}$
- ⑤ $t = 5 \text{ min}$

Aufgabe 3

Ein Transportband benötigt $t = 3 \text{ s}$, um aus einer Transportgeschwindigkeit von $v = 10 \text{ km/h}$ in den Stillstand abzubremsen.

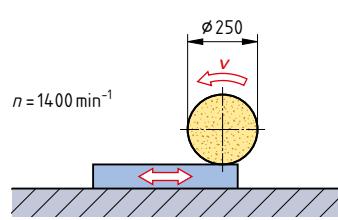
- a) Wie groß ist die Verzögerung a in m/s^2 des Transportbandes?
- b) Welchen Verzögerungsweg s in m legt das Transportband zurück?



Aufgabe 4

Wie groß ist die Umfangsgeschwindigkeit v der skizzierten Schleifscheibe?

- ① $v = 18,3 \text{ m/s}$
- ② $v = 20 \text{ m/s}$
- ③ $v = 35 \text{ m/s}$
- ④ $v = 78,5 \text{ m/s}$
- ⑤ $v = 30 \text{ m/s}$



Aufgabe 5

Ein Gabelstapler beschleunigt mit einer Beschleunigung $a = 0,75 \text{ m/s}^2$. Welche Geschwindigkeit v hat der Stapler nach 4 Sekunden.

- ① $v = 18 \text{ m/s}$
- ② $v = 0,18 \text{ m/s}$
- ③ $v = 5,3 \text{ m/s}$
- ④ $v = 30 \text{ m/s}$
- ⑤ $v = 3 \text{ m/s}$