



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für Metallberufe

Trainer Tabellenbuch Metall

Fit in der Anwendung

1. Auflage

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

Europa-Nr.: 14030

Autoren:

Michael Hötger	Sundern
Marcus Molitor	Warstein-Belecke
Volker Tammen	Oldenburg

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.

1. Auflage 2014

Druck 6 5 4 3 2

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

ISBN 978-3-8085-1403-0

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

© 2014 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
Umschlagfotos: TESA/ Brown & Sharpe, CH-Renens, und Seco Tools GmbH, Erkrath
Druck: Konrad Triltsch Print und digitale Medien GmbH, 97199 Ochsenfurt-Hohestadt

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?“. Dies wird unterstützt durch die Lochung und Perforation der Seiten, um sie einzeln zu bearbeiten und abzuheften. 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, damit diese einzeln bearbeitet werden können.

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 (Europa-Nr. 14078) angeboten. Dieses beinhaltet die richtige Antwort der Auswahlantworten und bei offenen Fragen eine Lösung mit verkürztem Lösungsweg.

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 Tabellen	7

1 Technische Mathematik

Formeln, Gleichungen und Diagramme	9
Rechnen mit Größen, Prozent- und Zinsrechnung	10
Strahlensatz und Pythagoras	11
Winkelfunktionen, Sinussatz, Kosinussatz	12
Längen und Flächen	13
Volumen und Masse	14

2 Technische Physik

Konstante und beschleunigte Bewegungen	15
Geschwindigkeiten an Maschinen	16
Zusammensetzen und Zerlegen von Kräften	17
Kräfte, Drehmoment	18
Beanspruchung auf Zug und Druck	19
Beanspruchung auf Abscherung	20
Beanspruchung auf Biegung und Torsion	21
Mechanische Arbeit, Energie	22
Einfache Maschinen und Energie	23
Leistung, Wirkungsgrad, Reibung	24
Druck in Flüssigkeiten	25
Wärmetechnik	26
Elektrotechnik	27
Elektrische Arbeit und Leistung	28

3 Technische Kommunikation

Geometrische Grundkonstruktionen	29
Zeichnungselemente	30
Darstellungen in Zeichnungen	31
Maßeintragung	32
Toleranzangaben	34
Maschinenelemente	35
Werkstückelemente	36
Schweißen und Löten	37
Oberflächen	38
Toleranzen und Passungen	39

4 Werkstofftechnik

Stoffe	41
Stähle, Bezeichnungssystem	42
Baustähle	43
Einsatzstähle, Vergütungsstähle	44
Werkzeugstähle, Nichtrostende Stähle, Federstähle	45
Nitrierstähle, Automatenstähle	46
Bleche, Bänder, Rohre	47
Stabstahl, Winkelstahl	48
Wärmebehandlung von Stählen	49
Gusseisen	51
Gießereitechnik	52
Leichtmetalle	53
Schwermetalle	54
Kunststoffe	55
Werkstoffprüfverfahren	59
Härteprüfung	60

5 Maschinenelemente

Schrauben und Gewinde	61
Schrauben und Senkungen	62
Schraubenfestigkeit	63
Muttern	64
Scheiben	65
Stifte und Bolzen	66
Welle-Nabe-Verbindung	67
Kegelschaft	68
Federn	69
Sonstige Maschinenelemente	70
Antriebs Elemente	71
Übersetzungen	72
Gleitlager	73
Wälzlager	74
Sicherungs- und Dichtelemente	75
Schmierstoffe	76

6 Fertigungstechnik

Qualitätsmanagement	77
Produktionsorganisation	81
Auftragszeit, Belegungszeit	82
Kalkulation	83
Instandhaltung	85
Spanende Fertigung	87
Drehen	89
CNC-Drehen	91
Fräsen	93
CNC-Fräsen	95
Bohren, Senken, Reiben	97
Schleifen	99
CNC-Technik	101
Abtragen	103
Trennen durch Schneiden	104
Biegen	105
Tiefziehen	106
Spritzgießen	107
Schmelzschweißen	109
Lichtbogenschweißen	110
Löten und Lötverbindungen	111
Kleben und Klebkonstruktionen	112
Gefahren am Arbeitsplatz	113
Gefährliche Stoffe und Gase	115
Symbole zum Arbeitsschutz	116

7 Automatisierungstechnik

Grundbegriffe SRT	117
GRAFCET	118
Pneumatische Steuerung	119
Hydraulische Steuerung	121
Elektrotechnische Schaltungen	123
SPS-Steuerung	125

8 Projekte

Technische Kommunikation – Bohrvorrichtung	127
Qualitätsanalyse – Statistische Auswertung	129
Baugruppenmontage – Exzenterpresse	131
Herstellung eines Bolzens	133
Herstellung einer Trägerplatte	135
Automatisierung eines Prüfstandes	137

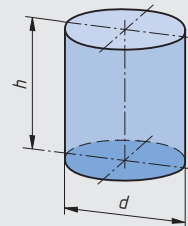
Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

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

$$m = V \cdot \rho$$

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

Schritt 2

Im Sachwortverzeichnis **TM** wird unter dem Begriff „**Volumen, Berechnung**“ auf Seite 25 verwiesen. Dort ist folgende Formel für die Volumenberechnung 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 $h = 50 \text{ mm}$ 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 **TM** wird unter dem Begriff „**Dichte, Werte**“ auf Seite 116 und 117 verwiesen. Dort ist auf Seite 116 in der Tabelle „Stoffwerte von festen Stoffen“ für den Stoff Al, also Aluminium (Al), eine Dichte von $\rho = 2,7 \text{ kg / dm}^3$ aufgeführt.

Schritt 4

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

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

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

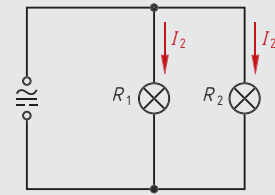
Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

Beispielaufgabe 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 52 und unter dem Begriff „Ohmsches Gesetz“ auf Seite 51 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 52 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.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{230 \text{ V}}{718 \Omega} = 0,32 \text{ A} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{230 \text{ V}}{522 \Omega} = 0,44 \text{ A}$$

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 $R = 302,25 \Omega$.

Name: _____


Klasse: _____

Datum: _____

Beispiel 1

Für eine Schraubenverbindung soll eine Senkschraube ISO 10642 – M6x60 – 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

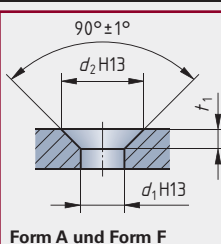
Im Sachwortverzeichnis  wird unter dem Begriff „**Senkschraube**“ auf Seite 217 verwiesen. Der Tabelle ist zu entnehmen, dass es sich um eine „**Senkschraube mit Innensechskant**“ handelt. Der Winkel des Schraubenkopfes beträgt **90°**.

Senkschrauben mit Innensechskant		vgl. DIN EN ISO 10642 (2013-04), Ersatz für DIN 7991									
	Gewinde <i>d</i>	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	
	SW	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	
	<i>d_k</i>	5,5	7,5	9,4	11,3	15,2	19,2	23,1	29	36	
	<i>k</i>	1,9	2,5	3,1	3,7	5	6,2	7,4	8,8	10,2	
	<i>b</i> für <i>l</i>	18 ≥ 30	20 ≥ 30	22 ≥ 35	24 ≥ 40	28 ≥ 50	32 ≥ 55	36 ≥ 65	44 ≥ 80	52 100	
	<i>l</i> ₁ für <i>l</i>	1,5 ≤ 25	2,1 ≤ 25	2,4 ≤ 30	3 ≤ 35	3,8 ≤ 45	4,5 ≤ 50	5,3 ≤ 60	6 ≤ 70	7,5 ≤ 90	
	<i>l</i> von bis	8 30	8 40	8 50	8 60	10 80	12 100	20 100	30 100	35 100	
	Festigkeitskl.	8.8, 10.9, 12.9									
	Nennlängen <i>l</i>	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: <i>d</i> = M5, <i>l</i> = 30 mm, Festigkeitsklasse 8.8									

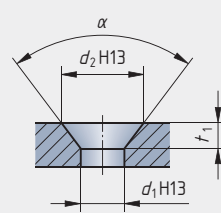
Produktklasse A (Seite 212)

Produktklasse A (Seite 212)

Senkungen für Senkschrauben



Form A und Form F




Form E

Zeichnerische Darstellung: Seite 82
Formen B, C und D nicht mehr genormt

		Gewinde-Ø	1,6	2	2,5	3	4	5
Form A	d_1 H13 ¹⁾	1,8	2,4	2,9	3,4	4,5	5	6
	d_2 H13	3,7	4,6	5,7	6,5	8,6	9	10
	$t_1 \approx$	0,9	1,1	1,4	1,6	2,1	2	2
	⇒	Senkung DIN 74 – A4: Form A, Gew						
Anwendung der Form A für:		Senk-Holzschrauben Linsensenk-Holzschrauben						
Form E	Gewinde-Ø	10	12	16				
	d_1 H13 ¹⁾	10,5	13	17				
	d_2 H13	19	24	31				
	$t_1 \approx$	5,5	7	9				
	α	75° ± 1°						
	⇒	Senkung DIN 74 – E12: Form E, Gew						
Anwendung der Form E für:		Senkschrauben für Stahlkonstruktion						
Form F	Gewinde-Ø	6	8	10	12	16	20	25
	d_1 H13 ¹⁾	6,6	8,6	10,5	12,7	16,3	20,3	25,3
	d_2 H13	9,2	11,5	13,7	16,3	20,3	25,3	31,3
	$t_1 \approx$	3,6	4,6	5,6	6,6	8,6	10,6	12,6
	⇒	Senkung DIN 74 – F12: Form F, Gew						
	Anwendung der Form F für:	Senkschrauben mit Innensechskant						

¹⁾ Durchgangsloch mittel nach DIN EN 20273, Seite 212

Schritt 2

Im Sachwortverzeichnis  wird unter dem Begriff „**Senkungen für Senkschrauben**“ auf Seite 226 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.

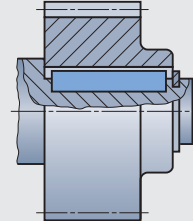
Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

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

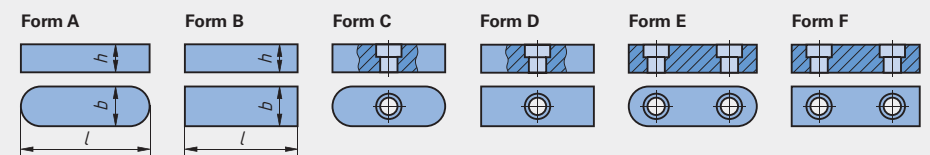
Im Sachwortverzeichnis wird unter dem Begriff „Passfedern“ und im Normenverzeichnis unter „DIN 6885“ auf Seite 243 verwiesen.

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)

vgl. DIN 6885-1 (1968-08)



Toleranzen für Passfedernuten			
Wellennutenbreite b	fester Sitz	P 9	
	leichter Sitz	N 9	
Nabennutenbreite b	fester Sitz	P 9	
	leichter Sitz	JS 9	
zul. Abweichung bei d_1	≤ 22	≤ 130	> 130
Wellennutentiefe t_1	$+ 0,1$	$+ 0,2$	$+ 0,3$
Nabennutentiefe t_2	$+ 0,1$	$+ 0,2$	$+ 0,3$
zul. Abweichung bei Länge l	6 ... 28	32 ... 80	90 ... 400
Längen-toleranzen für Feder	$- 0,2$	$- 0,3$	$- 0,5$
	Nut	$+ 0,2$	$+ 0,5$

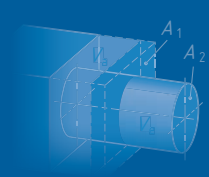
d_1 über bis	6 8	8 10	10 12	12 17	17 22	22 30	30 38	38 44	44 50	50 58	58 65	65 75	75 85	85 95	95 110	110 130
b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
h	2	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
t_1	1,2	1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9	10	11
t_2	1	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,9	5,4	5,4	6,4	7,4
l von bis	6 20	8 36	10 45	12 56	14 70	18 90	20 110	28 140	36 160	45 180	50 200	56 220	63 250	70 280	80 320	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.



1 Technische Mathematik

Rechnen mit Größen, Prozent- und Zinsrechnung

Name: _____

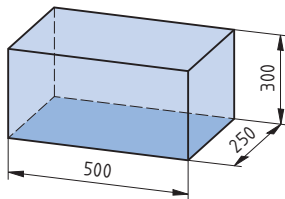
Klasse: _____

Datum: _____

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 $V = 0,000375 \text{ km}^3$



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 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 4

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

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

Aufgabe 5

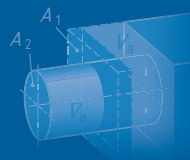
Ein Fahrzeug bewegt sich mit einer konstanten Geschwindigkeit von $v = 19,4 \text{ m/s}$. Welche Auswahlantwort gibt die gleiche Geschwindigkeit an?

- 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 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 $P = 758000,0 \text{ W}$



Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

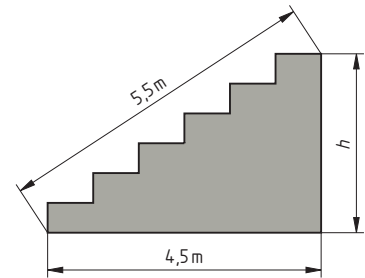
Eine Ölwanne von 950 mm x 1300 mm soll über die Diagonale auf Rechtwinkligkeit überprüft werden. Wie lang muss die Diagonale l sein?

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

Aufgabe 2

Wie groß ist bei der skizzierten Treppe der Höhenunterschied h ?

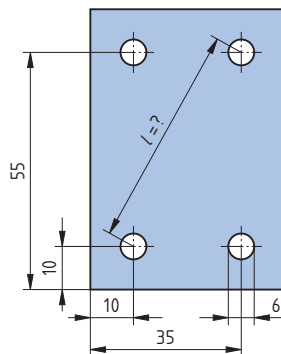
- ① $h = 2,54 \text{ m}$
- ② $h = 2,85 \text{ m}$
- ③ $h = 3,16 \text{ m}$
- ④ $h = 3,67 \text{ m}$
- ⑤ $h = 3,89 \text{ m}$



Aufgabe 3

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

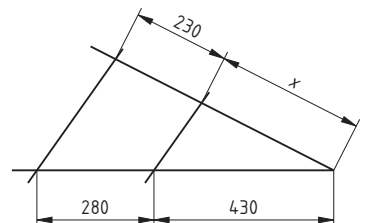
- ① $l = 47,5 \text{ mm}$
- ② $l = 51,5 \text{ mm}$
- ③ $l = 54,5 \text{ mm}$
- ④ $l = 58,5 \text{ mm}$
- ⑤ $l = 61,5 \text{ mm}$



Aufgabe 4

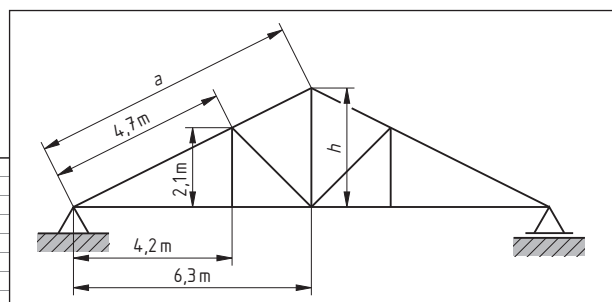
Wie groß ist das in der Skizze fehlende Maß x ?

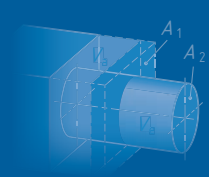
- ① $x = 302,1 \text{ mm}$
- ② $x = 333,5 \text{ mm}$
- ③ $x = 342,8 \text{ mm}$
- ④ $x = 353,2 \text{ mm}$
- ⑤ $x = 369,6 \text{ mm}$



Aufgabe 5

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





1 Technische Mathematik

Winkelfunktionen, Sinussatz, Kosinussatz

Name: _____

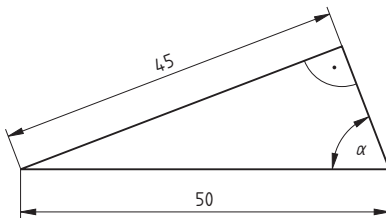
Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

Wie groß ist der Winkel α des skizzierten Dreiecks?

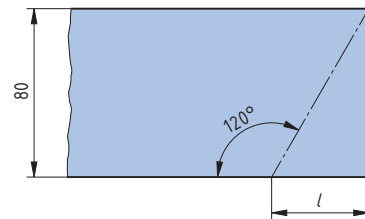
- ① $\alpha = 53,2^\circ$
- ② $\alpha = 59,2^\circ$
- ③ $\alpha = 62,2^\circ$
- ④ $\alpha = 64,2^\circ$
- ⑤ $\alpha = 69,2^\circ$



Aufgabe 2

Wie groß ist bei dem skizzierten Flachstahl das Maß l ?

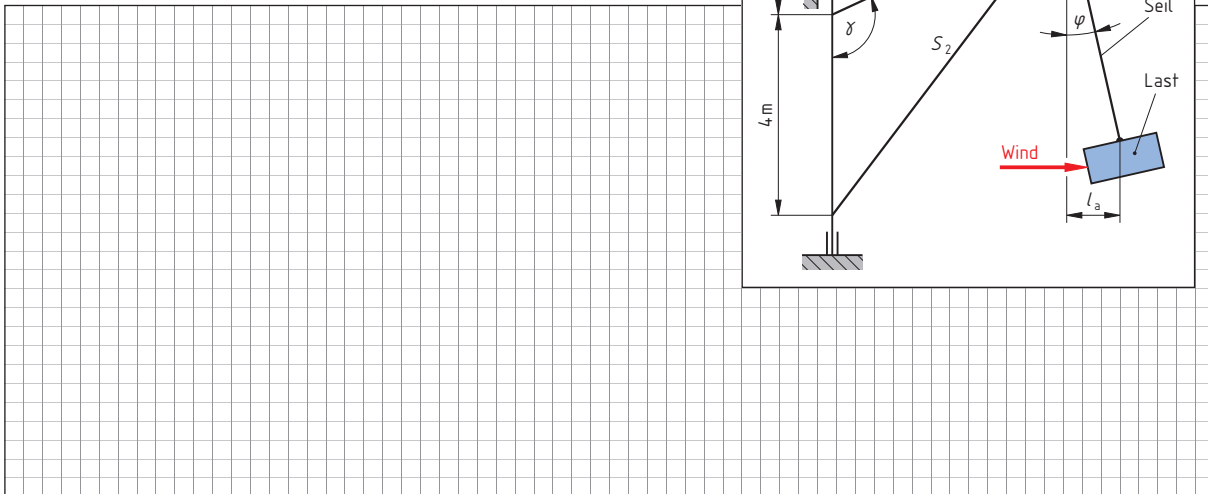
- ① $l = 46,2 \text{ mm}$
- ② $l = 48,5 \text{ mm}$
- ③ $l = 50,3 \text{ mm}$
- ④ $l = 53,1 \text{ mm}$
- ⑤ $l = 54,7 \text{ mm}$



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

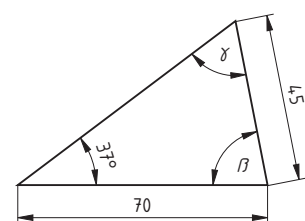
Die am Seil des Drehkrans (Aufgabe 3) hängende Last wird vom Wind um $\varphi = 6^\circ$ aus der Senkrechten ausgelenkt. Die Länge des Seils beträgt $l_s = 4,5 \text{ m}$. Wie groß ist die Auslenkung l_a ?

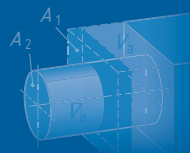
- ① $l_a = 0,37 \text{ m}$
- ② $l_a = 0,47 \text{ m}$
- ③ $l_a = 0,57 \text{ m}$
- ④ $l_a = 0,67 \text{ m}$
- ⑤ $l_a = 0,77 \text{ m}$

Aufgabe 5

Wie groß ist der Winkel γ des schiefwinkligen Dreiecks?

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





Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

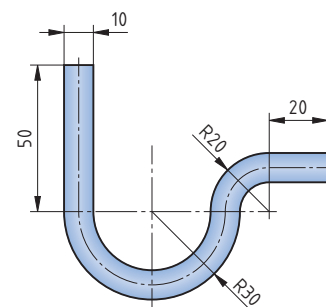
Aufgabe 1

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 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

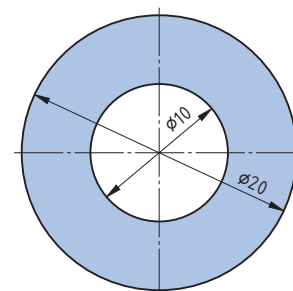
Aufgabe 3

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 4

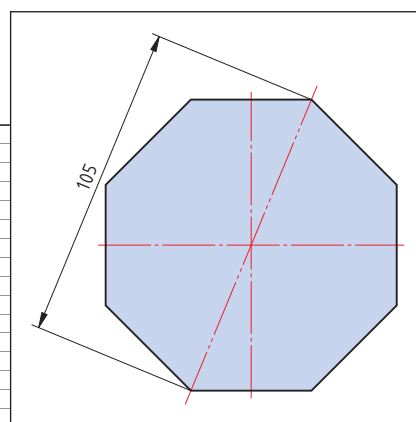
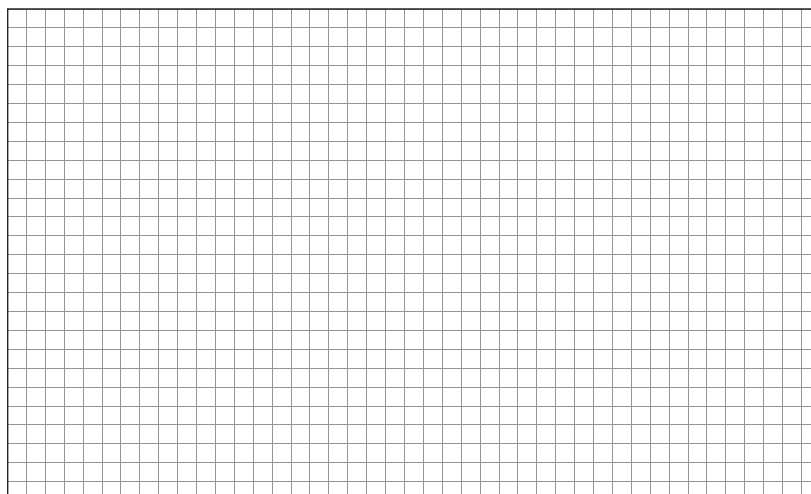
Wie groß ist die Fläche A der skizzierten Unterlegscheibe?

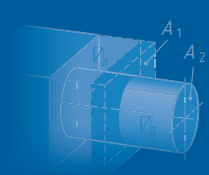


- ① $A = 177,9$ mm²
- ② $A = 189,1$ mm²
- ③ $A = 205,7$ mm²
- ④ $A = 235,6$ mm²
- ⑤ $A = 256,4$ mm²

Aufgabe 5

Wie groß ist die Fläche A des skizzierten regelmäßigen Vielecks?





Name: _____

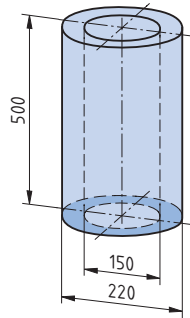
Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

Wie groß ist das Volumen V des skizzierten Hohlzylinders?

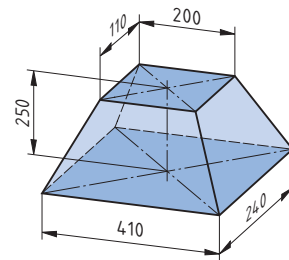
- ① $V = 10171 \text{ cm}^3$
- ② $V = 10451 \text{ cm}^3$
- ③ $V = 10899 \text{ cm}^3$
- ④ $V = 11201 \text{ cm}^3$
- ⑤ $V = 11556 \text{ cm}^3$



Aufgabe 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 3

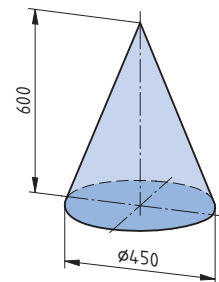
Eine Kugel hat ein Volumen $V = 1950 \text{ mm}^3$. Wie groß ist der Durchmesser d ?

- 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 4

In der Skizze ist ein aus Titan bestehender Kegel zu sehen. Wie groß ist dessen Masse m ?

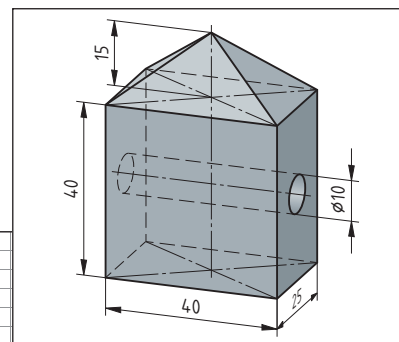
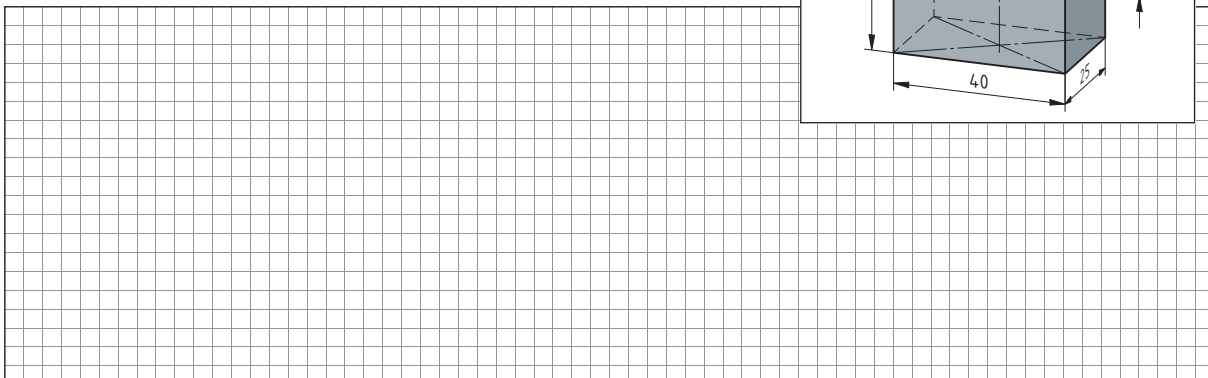
- ① $m = 140,47 \text{ kg}$
- ② $m = 141,86 \text{ kg}$
- ③ $m = 142,59 \text{ kg}$
- ④ $m = 143,14 \text{ kg}$
- ⑤ $m = 144,25 \text{ kg}$

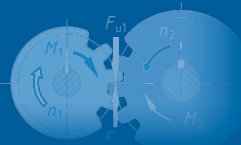


Aufgabe 5

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

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





Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

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

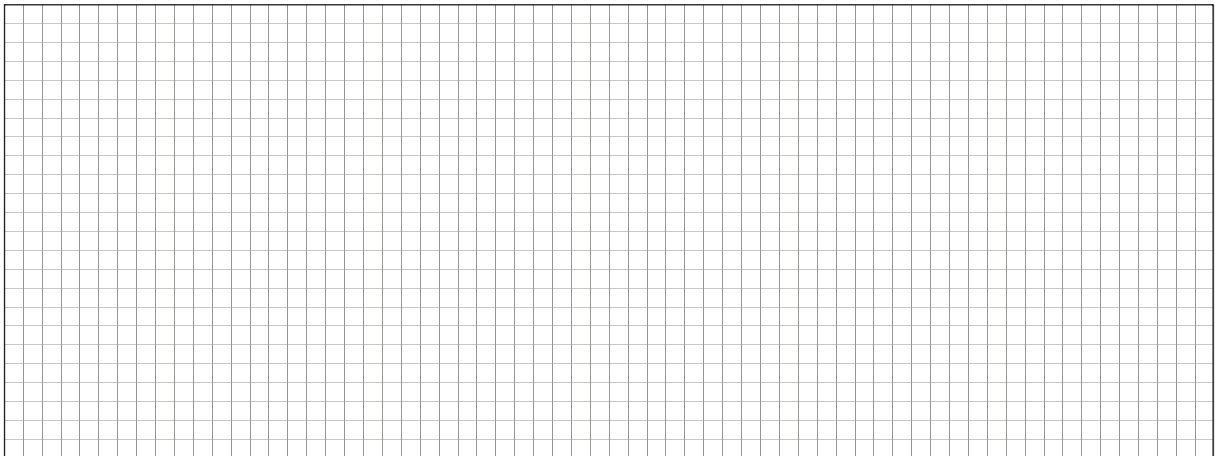
Ein Hallenkran fährt mit einer Geschwindigkeit $v = 5 \text{ m/min}$. Die Halle ist 100 m lang. Welche Zeit benötigt der Hallenkran um eine Strecke von 90 m zurückzulegen.

- 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.

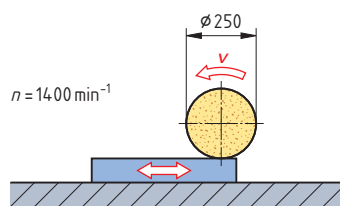
- a) Wie groß ist die Verzögerung a in m/s^2 des Transportbandes?
- b) Welchen Verzögerungsweg s in m legt das Transportband zurück?



Aufgabe 4

Wie groß ist die Umfangsgeschwindigkeit v der skizzierten Schleifscheibe?

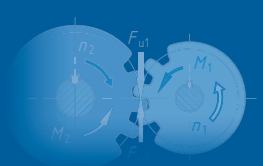
- ① $v = 18,3 \text{ m/s}$
- ② $v = 20 \text{ m/s}$
- ③ $v = 35 \text{ m/s}$
- ④ $v = 78,5 \text{ m/s}$
- ⑤ $v = 30 \text{ m/s}$



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 $v = 3 \text{ m/s}$



2 Technische Physik

Geschwindigkeiten an Maschinen

Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

Wie groß ist die Vorschubgeschwindigkeit v_f in m/min bei einem Zahnstangenantrieb, wenn das Zahnrad einen Durchmesser $d = 90$ mm und eine Drehzahl $n = 70 \text{ min}^{-1}$ besitzt?

- ① $v_f = 101 \text{ m/min}$
- ② $v_f = 98,7 \text{ m/min}$
- ③ $v_f = 19,8 \text{ m/min}$
- ④ $v_f = 12,5 \text{ m/min}$
- ⑤ $v_f = 10,5 \text{ m/min}$

Aufgabe 2

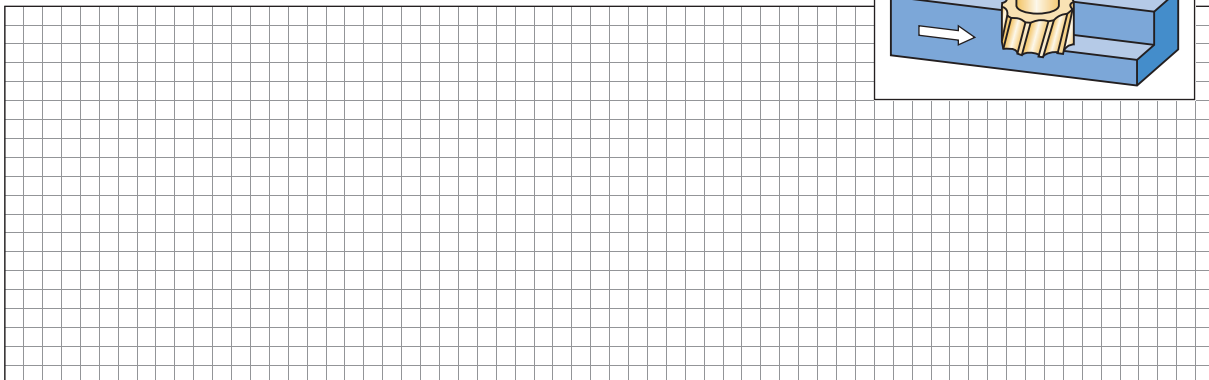
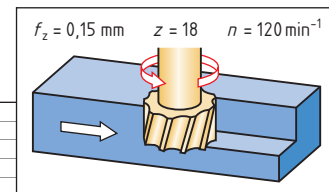
Eine Pendelstichsäge führt bei einer Hublänge $s = 20$ mm 700 Doppelhübe je Minute aus. Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit v_m ?

- ① $v_m = 12 \text{ m/min}$
- ② $v_m = 10 \text{ m/min}$
- ③ $v_m = 28 \text{ m/min}$
- ④ $v_m = 14 \text{ m/min}$
- ⑤ $v_m = 56 \text{ m/min}$

Aufgabe 3

Das skizzierte Werkstück soll mit einem Walzenstirnfräser $d = 98$ mm gefräst werden.

- a) Berechnen Sie die Vorschubgeschwindigkeit v_f
- b) Berechnen Sie die Schnittgeschwindigkeit v_c .



Aufgabe 4

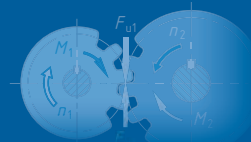
Die Spindel eines Vorschubantriebes soll eine Vorschubgeschwindigkeit von $v_f = 600$ mm/min erreichen. Die Steigung beträgt $P = 4$ mm. Wie groß muss die Drehzahl n der Spindel gewählt werden?

- ① $n = 1200 \text{ min}^{-1}$
- ② $n = 150 \text{ min}^{-1}$
- ③ $n = 180 \text{ min}^{-1}$
- ④ $n = 15 \text{ min}^{-1}$
- ⑤ $n = 134 \text{ min}^{-1}$

Aufgabe 5

In eine Schneidplatte sollen 8 Bohrungen mit einem Durchmesser $d = 12$ mm gebohrt werden. Die Drehzahl ist stufenlos einstellbar. Der Vorschub f soll 0,3 mm betragen und die Schnittgeschwindigkeit v_c beträgt 30 m/min. Wie groß muss die Vorschubgeschwindigkeit v_f eingestellt werden?

- ① $v_f = 238 \text{ mm/min}$
- ② $v_f = 300 \text{ mm/min}$
- ③ $v_f = 796 \text{ mm/min}$
- ④ $v_f = 10 \text{ mm/min}$
- ⑤ $v_f = 500 \text{ mm/min}$



Name: _____

Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

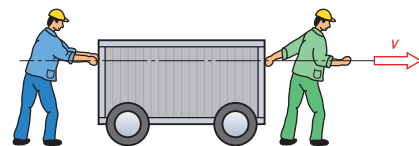
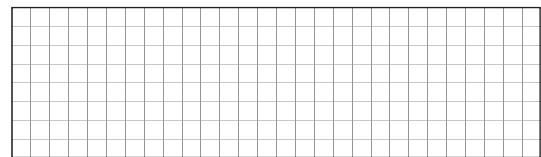
Welche Aussage über die Größendarstellung einer Kraft ist richtig?

- ① Die Größe der Kraft entspricht der Linienstärke des Pfeils.
- ② Die Größe der Kraft entspricht der Linienart.
- ③ Die Größe der Kraft entspricht der Linienfarbe des Pfeils.
- ④ Die Größe der Kraft entspricht der Länge des Pfeils.
- ⑤ Die Größe der Kraft entspricht der Richtung der Kraft.

Aufgabe 2

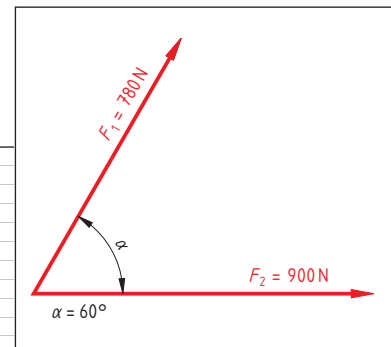
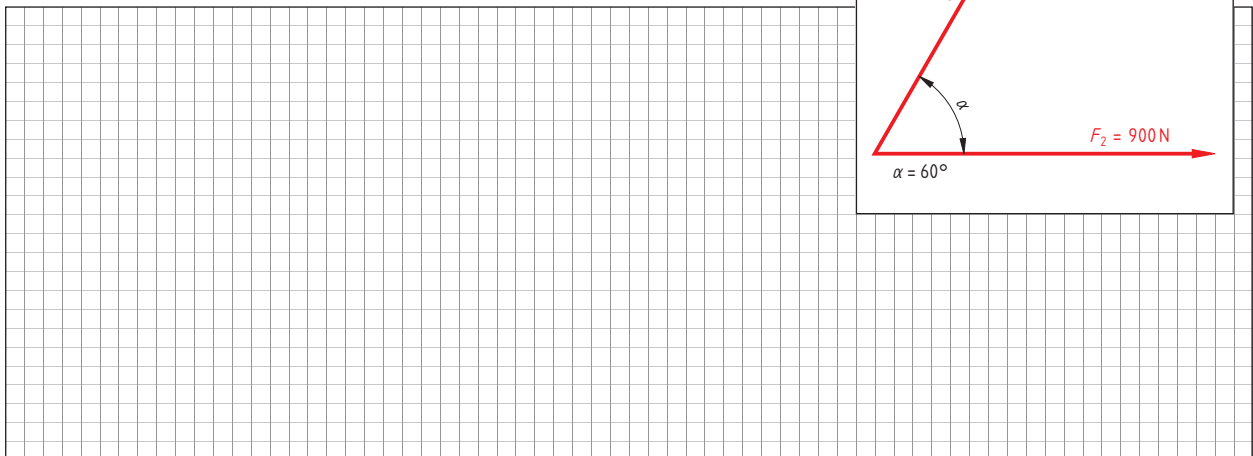
Ein Wagen wird von zwei Personen bewegt. Person 1 schiebt mit $F_1 = 100 \text{ N}$ und Person 2 zieht mit $F_2 = 150 \text{ N}$ auf gleicher Wirklinie.

- a) Bestimmen Sie einen Kräftemaßstab.
- b) Ermitteln Sie zeichnerisch die resultierende F_r .



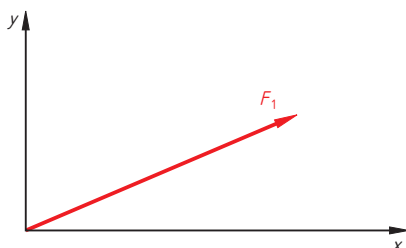
Aufgabe 3

Zeichnen Sie die Kräfte F_1 und F_2 maßstäblich und ermitteln Sie die resultierende Kraft F_r sowie den Winkel β zur Waagerechten.



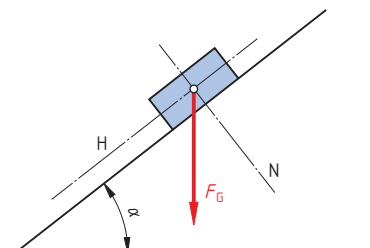
Aufgabe 4

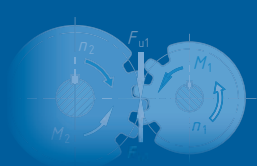
Zerlegen Sie die Kraft F_1 in F_{1x} und F_{1y} .



Aufgabe 5

Zerlegen Sie die Kraft F_G in F_H und F_N .





Name: _____

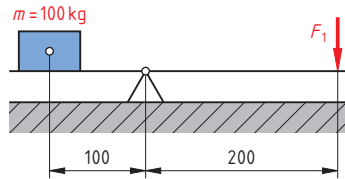
Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

Wie groß muss die Kraft F_1 gewählt werden, damit das System im Gleichgewicht ist?

- ① $F_1 = 100 \text{ N}$
- ② $F_1 = 981 \text{ N}$
- ③ $F_1 = 98,1 \text{ N}$
- ④ $F_1 = 100,5 \text{ N}$
- ⑤ $F_1 = 490,5 \text{ N}$



Aufgabe 2

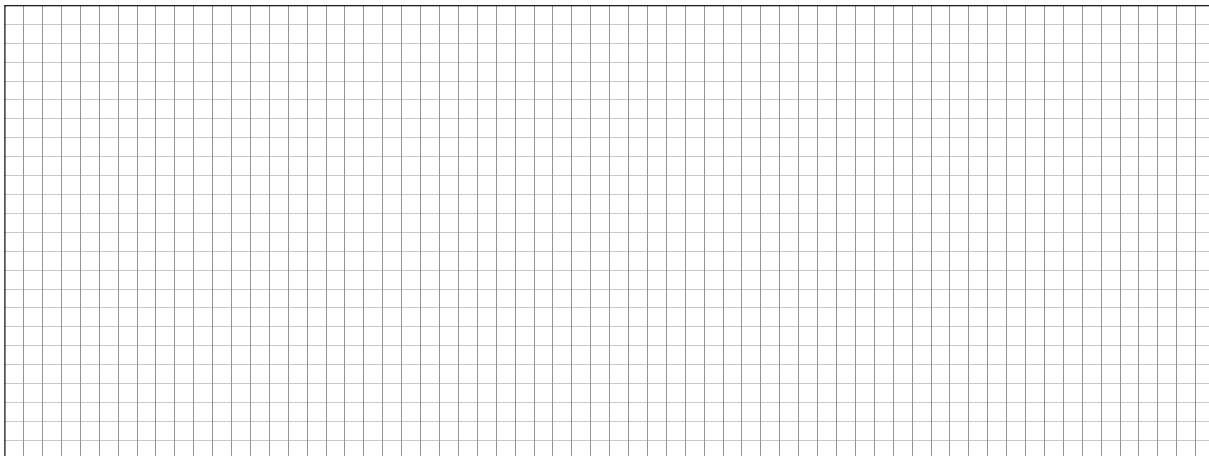
Ein Sportwagen mit einer Masse $m = 1000 \text{ kg}$ beschleunigt mit $a = 5 \text{ m/s}^2$. Wie groß ist die Beschleunigungskraft F ?

- ① $F = 500 \text{ N}$
- ② $F = 2500 \text{ N}$
- ③ $F = 4000 \text{ N}$
- ④ $F = 5000 \text{ N}$
- ⑤ $F = 50000 \text{ N}$

Aufgabe 3

Eine Druckfeder wird um den Vorspannweg $s_v = 6 \text{ mm}$ vorgespannt. Die Federrate beträgt $R = 6 \text{ N/mm}$. Bei Belastung wird die Feder um weitere 3 mm zusammengedrückt.

- a) Wie groß ist die Federkraft F in N für die vorgespannte Feder?
- b) Bestimmen Sie die Federkraftänderung ΔF in N.



Aufgabe 4

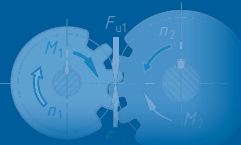
Mit welcher Gewichtskraft F_G in kN darf ein 10-t-Hallenkran maximal belastet werden?

- ① $F_G = 98 \text{ N}$
- ② $F_G = 98,1 \text{ kN}$
- ③ $F_G = 100 \text{ kN}$
- ④ $F_G = 100,5 \text{ N}$
- ⑤ $F_G = 10000 \text{ N}$

Aufgabe 5

Die Drehzahl einer Schleifscheibe beträgt $n = 2000 \text{ min}^{-1}$. Sie hat einen Durchmesser $d = 400 \text{ mm}$. Welcher Fliehkraft F_z unterliegt ein herausbrechendes Stück mit einer Masse $m = 1 \text{ g}$?

- ① $F_z = 10,5 \text{ N}$
- ② $F_z = 50 \text{ N}$
- ③ $F_z = 8,8 \text{ N}$
- ④ $F_z = 1000 \text{ N}$
- ⑤ $F_z = 2,5 \text{ N}$



Name: _____

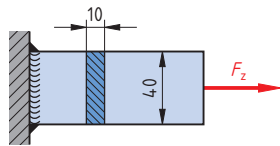
Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

Der skizzierte Vierkantstahl wird mit einer Zugkraft $F_z = 50 \text{ kN}$ beansprucht. Wie groß ist die auftretende Zugspannung σ_z in N/mm^2 im Stab?

- ① $\sigma_z = 125 \text{ N/mm}^2$
- ② $\sigma_z = 250 \text{ N/mm}^2$
- ③ $\sigma_z = 56 \text{ N/mm}^2$
- ④ $\sigma_z = 63 \text{ N/mm}^2$
- ⑤ $\sigma_z = 160 \text{ N/mm}^2$



Aufgabe 2

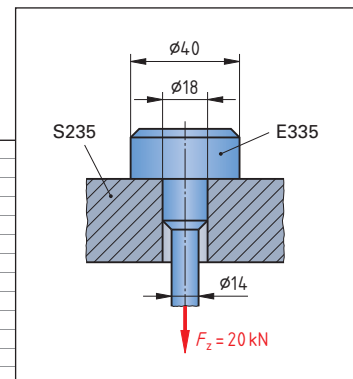
Bei einem Zugversuch zeichnet das Diagramm eine Spannung $\sigma_z = 80 \text{ N/mm}^2$ auf. Wie groß ist die Zugkraft F wenn die Zugprobe einen Durchmesser $d = 20 \text{ mm}$ hat?

- ① $F = 25 \text{ kN}$
- ② $F = 98 \text{ kN}$
- ③ $F = 90 \text{ N}$
- ④ $F = 3,2 \text{ kN}$
- ⑤ $F = 200 \text{ kN}$

Aufgabe 3

Für den dargestellten Zugbolzen und seine Aufnahme soll ein Spannungsnachweis durchgeführt werden.

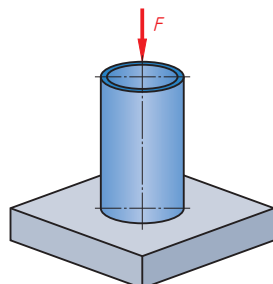
- a) Bestimmen Sie die zulässige Zugspannung σ_{zzul} im Zugbolzen und die zulässige Flächenpressung σ_{dzul} der Aufnahme.
- b) Berechnen Sie die vorhandene Zugspannung σ_{zvorh} im gefährdeten Querschnitt und die vorhandene Flächenpressung σ_{dvorh} an der Kopfauflage.
- c) Vergleichen Sie die vorhandenen mit den zulässigen Spannungswerten.



Aufgabe 4

Ein Stahlrohr hat einen Außendurchmesser $d = 300 \text{ mm}$ bei einer Wandstärke $s = 10 \text{ mm}$. Es wird mit $F = 100 \text{ kN}$ auf Druck belastet. Wie groß ist die Druckspannung im Rohr?

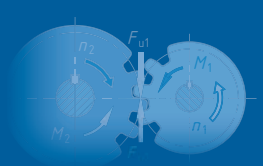
- ① $\sigma_d = 70 \text{ N/mm}^2$
- ② $\sigma_d = 21,5 \text{ N/mm}^2$
- ③ $\sigma_d = 11 \text{ N/mm}^2$
- ④ $\sigma_d = 8 \text{ N/mm}^2$
- ⑤ $\sigma_d = 13 \text{ N/mm}^2$



Aufgabe 5

Eine Vierkantschubstange $50 \times 50 \text{ mm}$ aus S235 hat eine Quetschgrenze $\sigma_{dF} = 215 \text{ N/mm}^2$. Die Sicherheitszahl beträgt $\nu = 1,7$. Wie groß ist die zulässige Druckspannung σ_{dzul} ?

- ① $\sigma_{dzul} = 157,6 \text{ N/mm}^2$
- ② $\sigma_{dzul} = 126,5 \text{ N/mm}^2$
- ③ $\sigma_{dzul} = 138,7 \text{ N/mm}^2$
- ④ $\sigma_{dzul} = 365,5 \text{ N/mm}^2$
- ⑤ $\sigma_{dzul} = 400,0 \text{ N/mm}^2$



Name: _____

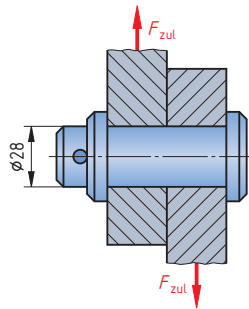
Klasse: _____

Datum: _____

Aufgabe 1

Bei der dargestellten Verbindung tritt im Bolzen eine Scherspannung $\tau = 120 \text{ N/mm}^2$ auf. Wie groß ist die Scherkraft F ?

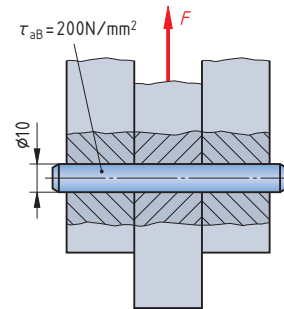
- ① $F = 700 \text{ kN}$
- ② $F = 37 \text{ kN}$
- ③ $F = 105 \text{ kN}$
- ④ $F = 74 \text{ kN}$
- ⑤ $F = 12 \text{ kN}$



Aufgabe 2

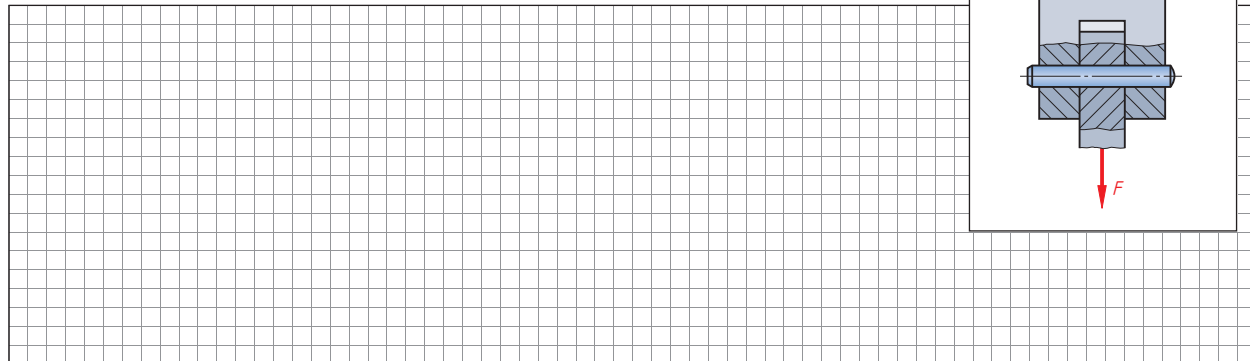
Der Abscherstift in der dargestellten Vorrichtung dient als Überlastungsschutz. Bei welcher Kraft F schert der Stift ab?

- ① $F = 31,4 \text{ kN}$
- ② $F = 98,5 \text{ kN}$
- ③ $F = 15,7 \text{ kN}$
- ④ $F = 100 \text{ kN}$
- ⑤ $F = 200 \text{ kN}$



Aufgabe 3

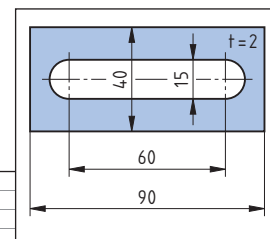
Wie groß muss der Durchmesser d in mm des Zylinderstiftes in der dargestellten Stiftverbindung mindestens sein, wenn sie mit einer Kraft $F = 35 \text{ kN}$ beansprucht wird? Die zulässige Scherspannung beträgt $\tau_{\text{azul}} = 120 \text{ N/mm}^2$.



Aufgabe 4

Die dargestellte Lasche aus S235JR wird in einem Stanzwerkzeug gelocht und ausgeschnitten. Berechnen Sie die Schneidkräfte F in kN für das dargestellte Werkstück.

- a) beim Ausschneiden.
- b) beim Lochen.



$$\tau_{\text{aBmax}} = 408 \text{ N/mm}^2$$