

Kraft

Beschleunigung

- K0a** $s_1 = 20 \text{ km}$ $s_2 = 80 \text{ km}$
- K0b** $\Delta t = t_2 - t_1 = 5 \text{ h}$ **K0c** $\Delta s = s_2 - s_1 = 60 \text{ km}$
- K0d** $v = \Delta s / \Delta t = 12 \text{ km/h}$
- K1a** $v_1 = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ $v_2 = 80 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- K1b** $\Delta t = t_2 - t_1 = 5 \text{ s}$ **K1c** $\Delta v = v_2 - v_1 = 60 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- K1d** $a = \Delta v / \Delta t = 12 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \text{s}$ **K2a** $4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ **K2b** $9.7 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- K2c** $25000 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ **K2d** $3.347 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ **K2e** $-5 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- K3** Schreibweise: Bruchstrich \rightarrow Divisionszeichen
Division als Multiplikation mit Kehrwert
Zähler·Zähler, Nenner·Nenner
- zusammenfassen
- K4** $a = 45 \frac{\text{cm}}{\text{s}} / 3 \text{ s} = 15 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$
- K5** $a_{Mo} = 10 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \text{s} > 9.091 \frac{\text{km}}{\text{h}} / \text{s} = a_{Sp}$
- K6** $50.96 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 183 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ **K8a** $650.07 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ $654.2 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- K8b** 1000 s **K10a** a acceleration
- K10b** Geschwindigkeitsänderung $v_{nach} - v_{vor}$
- K10c** $a = \Delta v / \Delta t$
- K12** $a = \Delta v / \Delta t = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} / 8 \text{ s} = 0.75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- K13a** $\Delta v = a \cdot \Delta t = 0.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v_1 = v_0 + \Delta v = 5.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- K13b** $F = m \cdot a = 9 \text{ N}$
- K14a** $\Delta v = -30 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ $v = v_0 + \Delta v = 45 \frac{\text{km}}{\text{h}}$
- K14b** $t = \Delta v / a = 50 \text{ s}$
- K18** z.B. Bremsen auf Laub, vereiste Kurve
- K19a** $\Delta v = 2.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $a = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $F = 100 \text{ N}$
- K19b** 375 N **K19c** 2.25 N **K20a** 132 N
- K20b** 0.75 N **K20c** 10 kg **K20d** 1.5 s
- K21a** $F = m \cdot a = 80 \text{ N}$
- K21b** $\Delta v = a \cdot \Delta t = 0.02 \cdot 86400 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 1728 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
 $v = v_0 + \Delta v = 72000 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- K22a** $\Delta v = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $F = 1696 \text{ N}$ **K22b** 4750 N

Federdehnung

- K79** elastische V. geht wieder zurück, plastische nicht elastisch: Schwamm plastisch: Lappen
- K81a** \textcircled{B} **K81b** \textcircled{A} **K81c** \textcircled{A} : $2.67 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ \textcircled{C} : $1.5 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
- K82a** A, denn $D_A = 0.75 \frac{\text{N}}{\text{cm}} > D_B = 0.67 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
- K82b** D, denn $D_C = 0.294 \frac{\text{N}}{\text{mm}} < D_D = 0.308 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$
- K83** aus Steigungen der Ursprungsgeraden:
 $D_B < D_D < D_A < D_C$
- K84a** $3.6 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ **K84b** 2.778 cm **K84c** 3.6 N
- K85a** ja $1.75 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ **K85b** nein **K85c** ja $0.77 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$
- K85d** ja $0.55 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ **K85e** ja $4 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ **K85f** nein
- K86** 0.6 N **K87a** $F = D \cdot s = 150 \text{ N}$
- K87b** $s = F / D = 0.6 \text{ cm} = 6 \text{ mm}$
- K88** $D_{par} = 2D$ $D_{ser} = D / 2$
- K90** z.B. Dehnbarkeit **K91a** $D = F / s = 2 \frac{\text{N}}{\text{mm}}$
- K91b** $s = F / D = 2.5 \text{ mm}$ $\ell = 47,5 \text{ mm}$
- K92a** $+0.05 \text{ mm}$ **K92b** -0.175 mm **K92c** 800 N
- K93** $1.6 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ **K94a** $F = D \cdot 2 \text{ cm} = 70 \text{ N}$
- K94b** $\Delta s = 3.6 \text{ cm}$ 21.6 cm **K95a** 184.5 cm
- K95b** $0,6 \text{ N}$ **K95c** $0.7 \text{ N} \rightarrow 1.7 \text{ N}$ 182 cm

- K96a** $D = 10 \text{ N} / 25 \text{ mm} = 4 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ **K96b** 220 mm
- K97a** $\ell = 0.038 \text{ m}$ $D = 3000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ $m = 0.165 \text{ kg}$
- K97b** $s = 4 \text{ mm} + 2.4 \text{ mm} = 6.4 \text{ mm}$
- K98** $s = 200 \text{ N} / D = 5 \text{ mm}$
- K99a** 5.32 0.019 0.012345
- K99b** 0.62 0.023 710 0.2 0.1293
- K99c** 0.64 0.7 140 300 200000 497 0.05
- K100a** obere Kurve: $\frac{6 \text{ N}}{3 \text{ cm}} = 2 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
mittlere: $3.2 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
untere: $4 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
- K100b** durch $(4|2,5)$ $(5|2)$ $(5|0,5)$
- K100c** steiler
- K101** $\{R\}$ $\{P, V\}$ $\{Q\}$ $\{S, U, W\}$ $\{T\}$
- K102** $F = 4.2 \text{ N}$ $a = 1.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Reaktionsprinzip

- K138** ①: Erde-Kugel, anziehend, Schwerkraft
②: Erde-Tier, anziehend, Schwerkraft
③: Erde-Kugel, abstoßend, Kontakt
④: Tier-Kugel, abstoßend, Kontakt
- K139a** Anziehung durch Gravitation
- K139b** Anziehung durch Gravitation, Abstoßung durch Kontakt
- K139c** Kontakt Flora-Erde
- K140a** F : nach oben
 F' : von Koffer auf Hand nach unten ausgeübt
Koffer und Erde ziehen sich ggs. an (\rightarrow Gewicht Koffer)
- K140b** F : nach unten
 F' : von Federwaage auf Stein nach oben ausgeübt
Federwaage und ihre Halterung ziehen aneinander;
Gewicht Federwaage
- K140c** F : nach unten
 F' : von Kastanie auf Erde nach oben ausgeübt
- K140d** F : seitlich in Seilrichtung zu Hinz hin
 F' : von Seil auf Hinz von Hinz weg ausgeübt
Kunz und Seil ziehen aneinander; Gewicht Seil
- K140e** F : nach unten
 F' : Boden drückt nach oben gegen Peters Füße
Peter und Erde ziehen sich an
- K140f** F : seitlich gegen das Auto
 F' : Auto drückt entgegengesetzt auf Baum
- K140g** F : nach unten
 F' : Decke zieht nach oben an Kette
Wände und Decke drücken gegeneinander; Gewicht Decke

Gewichtskraft

- | | 190 kg | 34 kg | 675 kg |
|-------|--------|--------|----------|
| Ven.: | 1685.3 | 301.58 | 5987.25 |
| Jup.: | 4392.8 | 786.08 | 15606.00 |
| Plu.: | 136.8 | 24.48 | 486.00 |
- K200** $F_G [\text{N}]$:
 - K202** 278 g **K204** $21.605 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
 - K205** nur Gewicht verändert auf 9 N **K206** 8625 g
 - K207a** $F_{Esel} = 2249.4 \text{ N} > 1849.6 \text{ N} = F_{Mensch}$
 - K207b** $F_{Kartoffeln} = 185.5 \text{ N} < 195.14 \text{ N} = F_{Fahrrad}$
 - K208a** 250 g **K208b** $9.832 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
 - K208c** Pol: $+0.224\%$ Äquator: -0.306%

- K209** $m_{Neptun} = 400 \text{ g} > 379.75 \text{ g} = m_{Uranus}$
K210 Nikolaus **K211a** $D = 27 \text{ N}/18 \text{ cm} = 1.5 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
K211b $F = m \cdot g = 1.6677 \text{ N}$ **K212** 2854 g
K213 $F_{Kl.} = D \cdot s = 1200 \text{ N} < 1215 \text{ N} = m \cdot g_M = F_{Hi.}$
K214 0.35 mm **K216a** $F = D \cdot s = 50 \text{ N}$
K216b $F = mg = 19.6 \text{ N}$ $\Delta l = F/D = 3.92 \text{ cm}$
 $l = l_0 + \Delta l = 30.924 \text{ cm}$
K217a $F = D \cdot s = 7.5 \text{ N}$
K217b um $s = mg/D = 4.9 \text{ mm}$
K217c $F = mg = 2.4525 \text{ N}$ $D = F/s = 4.905 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
K217d Ortsfaktor $9,76 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
K218a mit $\rho = 0.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$: 1.8179 N **K218b** 0.8829 N
K218c 0.13967 N **K218d** 0.3888 N **K218e** 2.59 N
K218f mit $\rho = 0.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$: 0.05508 N
K218g $A = 0.06237 \text{ m}^2$ $m = 4.99 \text{ g}$ $F = 0.150 \text{ N}$
K219a $g? = 7.144 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \neq g_{Hades}$ $F_{Hades} = 38.85 \text{ N} \neq F?$
freut sich
K219b griechischer Gott der Unterwelt
K220a $F = m \cdot g = 34.335 \text{ N}$
K220b $g = F/m = 3.7 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$
K221 $F = m \cdot g = 0.51012 \text{ N}$ $\Delta h = F/D = 3.0007 \text{ cm}$
 $h_{neu} = 31.0007 \text{ cm}$
K222 g
K224a $\Delta s = F/D = 15 \text{ N}/12 \frac{\text{N}}{\text{cm}} = 1.25 \text{ cm}$ $s = 21.25 \text{ cm}$
K224b $m = 50 \text{ g}$ $F_G = m \cdot g = 0.49 \text{ N}$
K226a $F = m \cdot a = 252 \text{ N}$
K226b $v = v_0 + a \cdot \Delta t = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}} + 1.96 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 2.26 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
K226c $F = m \cdot g = 3531.6 \text{ N}$
K226d Erde zieht \downarrow Fahrer belastet \downarrow Fahrbahn drückt
 \uparrow am stärksten
K226e $m = 360 \text{ kg}$ $F_G = 588.6 \text{ N}$

~~~~~ Waagen ~~~~~

- K280** 5 N \rightarrow 509.7 g **K282** 6.116 kg
K284 3058.1 g
K286 einfacher: Feder auf anderen Planeten einsetzbar:
Balken beständiger: Balken
K288a $1.696 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ **K288b** 185.1 mm **K288c** 10.47 g
K290 4 mm/kg **K292** $[8,72 \frac{\text{N}}{\text{kg}}]$
Masse ändert sich nicht; medizinisch bleiben
stoffwechselbedingte Probleme, nur Gelenke entlastet
K294 1=eine Masse 2= $\approx 3,67$ 3=dem Mars
4=das Gewicht 5=kleiner 6=Ortsfaktor 7=ausüben
8=einwirken 9=15 10=Richtung 11=beschleunigt
12=Schraubenfeder 13=ziehen 14=Härte 15=Dehnung
16=4
K296a $a = \Delta v/\Delta t = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ **K296b** $a = F/m = 2.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
K296c 720 km/h = 388.77 kn
K296d $\Delta s = v \cdot \Delta t = 1600 \text{ m}$
K296e ja: Ortsfaktor kleiner, Gewicht kleiner, Anzeige
der Waage kleiner aber entscheidend: Masse unverändert
K296f $\Delta t = \Delta v/a = 21/0.05 = 420 \text{ s} = 7 \text{ min}$ 10:22 Uhr

~~~~~ Kraftvektoren ~~~~~

- K341a** in „mm“ (45|5) **K341b** (35|0)
K341c (10|20) **K341d** (-50|0) **K341e** (-25|15)

- K341f** (25|10) **K341g** (5|-15) **K342a** 180°
K342b 0° **K342c** 90° **K345b** $\begin{pmatrix} 4 \\ -1 \end{pmatrix}$ $\begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$
K346 $\begin{pmatrix} 1 \\ 4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 6 \\ -2 \end{pmatrix} = F_R = \begin{pmatrix} 7 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \end{pmatrix}$
K347 (0 mm|20 mm) (-10 mm|20 mm)
(-5 mm|5 mm) **K348** 3.66 N
K349 $F_{Kette} = 7.04 \text{ N}$ $F_{Feder} = 2.78 \text{ N}$ $s = 5 \text{ mm}$
K350 60° gegen Horizontale geneigt
K352 $F_{Kopf}/F_{Fichte} = \tan(33.69^\circ)$ $F_{Fichte} = 90 \text{ N}$
K353 Muster: geg.Länge \rightarrow Maßstab
Koord.ges.Pfeilspitzen \rightarrow Pfeillänge $\hat{=}$ Kraftbetrag
(Koordinaten gemäß „Millimeterpapier“)
K353a 25 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 30 N (-30|0) \rightarrow 21 mm $\hat{=}$ 630 N
(0|-20) \rightarrow 14 mm $\hat{=}$ 420 N
K353b 23 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 15 N (8.3|-24.9) \rightarrow
18 mm $\hat{=}$ 275 N (23.7|16.9) \rightarrow 20 mm $\hat{=}$ 306 N
K353c 27 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 6 N (-33.8|24.9) \rightarrow
29 mm $\hat{=}$ 174 N (-2.2|-12.9) \rightarrow 9 mm $\hat{=}$ 54 N
K354 in mm: a) 27/13.5 b) 27/30.2 c) 16.3/25.9
d) 19.3/24.0
K355 14429 N
K356 $F_{\{A,B\}} = \frac{F_G}{(\tan(\alpha) + \tan(\beta)) \cdot \cos(\{\alpha, \beta\})}$
K356a $2.88 \cdot F_G = 226 \text{ N}$
K356b $F_A = 1.35 \cdot F_G = 106 \text{ N}$ $F_B = 1.53 \cdot F_G = 120 \text{ N}$
K357 $F_S = \cos(34^\circ) \cdot F_G = 0.829 F_G = 6.63 \text{ N}$ drückt
ihn in den Schnee $F_P = 0.559 F_G = 4.47 \text{ N}$ treibt ihn
hangabwärts an
K358a $\alpha = 20 \frac{1}{2}^\circ$ **K358b** $F_H = 1.76 \text{ N}$
K358c $F_N = 4.68 \text{ N}$
K359a 41.23 mm $\hat{=}$ 824.6 N \approx 820 N
K359b (in mm) Pfeilspitzen bei (-11.6|17.4) und
(51.6|-7.4) 21 mm $\hat{=}$ 420 N 52 mm $\hat{=}$ 1040 N
K360a $\begin{pmatrix} 32 \\ -7 \end{pmatrix}$ **K360b** $\begin{pmatrix} 15 \\ -10 \end{pmatrix}$
K361a 14 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 20 N (26.7|4) \rightarrow 19 mm $\hat{=}$ 380 N
(-26.7|16) \rightarrow 22 mm $\hat{=}$ 440 N
K361b 21 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 40 N (28.8|8.38) \rightarrow
21 mm $\hat{=}$ 840 N (-21.5|20.88) \rightarrow 21 mm $\hat{=}$ 840 N
K361c 25 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 30 N (0|0) \rightarrow 0 mm $\hat{=}$ 0 N
(24.75|24.75) \rightarrow 25 mm $\hat{=}$ 750 N
K362 4.25 N
K363 zwischen den rückwärtigen Verlängerungen
K364 $F_y \hat{=}$ 10 cm $\sin(\alpha)$
K365b Winkel zw. Vertikale und Stiel: $\varphi =$
 $\arcsin(1/3) = 19.5^\circ$ $F_{ges} = F_G \cdot \tan(\varphi) = 0.35 \cdot F_G = 35 \text{ mN}$
K365c größer **K366a** 0° **K366b** 120°
K366c 151.045°
K367a 11 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 7 N (-33.1|0) \rightarrow 23 mm $\hat{=}$ 161 N
(28.1|-15.2) \rightarrow 22 mm $\hat{=}$ 154 N
K367b 14 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 0.15 N (-2.0|-14.80) \rightarrow
10 mm $\hat{=}$ 1.5 N (19.9|23.9) \rightarrow 31.04 mm $\hat{=}$ 3.15 N
K367c 25 mm \rightarrow 1 mm $\hat{=}$ 3 N (0|25.1) \rightarrow 18 mm $\hat{=}$ 54 N
(-35|-25.1) \rightarrow 30 mm $\hat{=}$ 90 N
K368 64.056°
K370a gleiche Komponenten \perp Weg:
 $300 \text{ N} \cdot \sin(58^\circ) = 254 \text{ N} \stackrel{!}{=} ? \cdot \sin(42^\circ)$? = 380 N
Resultierende: $300 \text{ N} \cdot \cos(58^\circ) + 380 \text{ N} \cdot \cos(42^\circ) = 442 \text{ N}$

- K370b** längere Ketten
über zwei ∞ lange Ketten jeweils 221 N
- K372a** ja **K372b** nein **K372c** nein
- K372d** ja **K374a** Huhn2: 4.73 N Huhn1: 3.65 N
- K374b** Max & Moritz
- K376** $F_B = \frac{\sin(\alpha)}{\sin(\beta)} \cdot F_A = 0.81116 F_A = 1200.5 \text{ N}$
- K378** 26.565°

Reibung

- K420** 3 N
- K421a** liegt bis $t = 2.5 \text{ s}$ ruhig, setzt sich dann in etwa gleichförmige Bewegung
- K421b** $f_H = 3.5/7 = 0.5$ $f_G = 2.1/7 = 0.3$
- K422a** ohne Reibung Rutschen
- K422b** Parken am Berg, Bremsen, Papierzufuhr am Drucker, Fließband, Schraubverschlüsse aufdrehen, Dinge festhalten, Seilklettern
- K424** Schmiermittel, Kugellager, Walzenlager
- K425** Erwärmung, Abrieb **K426** 0.041
- K427a** Holzart, Alter, Feuchtigkeit, Faserrichtung, Polierung, Temperatur
- K427b** $F_{Zug}/F_G = 0.382$ 27% über Tabellenwert
- K427c** 120 kN **K428** $f_{Haft} > f_{Gleit}$
- K430** 7200 N **K432** 1 (0.7)
- K433** normal: $F_N = \cos(34^\circ) \cdot F_G = 0.829 F_G$
Hangabtrieb: $F_H = 0.559 F_G > 0.497 F_G = 0.6 F_N$ sie rutscht
- K434** normal: $F_N = \cos(34^\circ) \cdot F_G = 414.5 \text{ N}$ Reibung: $F_R = 0.8 F_N = 331.6 \text{ N}$ Hangabtrieb: $F_H = 279.6.8 \text{ N}$
Zugkraft: $F_H + F_R = 611.2 \text{ N}$
- K435** 16.7° **K436a** $0.4 \cdot 800 \text{ N} = 320 \text{ N}$
- K436b** Beschleunigung mit $F = 320 \text{ N} - 0.15 \cdot 800 \text{ N} = 200 \text{ N}$
 $a = 200 \text{ N} / 81.55 \text{ kg} = 2.45 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- K438a** $> 120 \text{ N} / 0.75 = 160 \text{ N}$
- K438b** $0.75 \cdot 200 \text{ N} + 120 \text{ N} = 270 \text{ N}$
- K438c** $0.75 \cdot 200 \text{ N} - 120 \text{ N} = 30 \text{ N}$
- K439** Gewichtskraft 120 N \downarrow und Zugkraft $F \rightarrow$ müssen Resultierende von $> 0.75 \cdot 200 \text{ N} = 150 \text{ N}$ ergeben
 $F = \sqrt{150^2 - 120^2} \text{ N} = 90 \text{ N}$ Richtung: $\arctan(120/90) = 53.130^\circ$ von der Waagerechten nach unten
- K440** $s = f_H m g / D = 8.4 \text{ cm}$
- K442a** $(0.5|0) - (3|4) - (3.1|3) - (5|3)$ **K442b** 0.8
- K442c** 9 N
- K444** $F_{haft} = 1/5 \cdot 2 \text{ N} = 0.4 \text{ N}$ $F_{druck} = F_{haft} + F_{Gew} = 0.9 \text{ N}$
- K446** $F_{unten} = 30 \text{ N} \cdot 0.4 = 12 \text{ N}$ $F_{oben} = 10 \text{ N} \cdot 0.4 = 4 \text{ N}$
 $F_{zug} = 16 \text{ N}$

Druck

- D2** $p = 8.5 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 85 \text{ kPa}$ **D3** 140 000 N
- D4** $16 \frac{2}{3} \text{ kPa}$ 4 cm^2 43200 N 52 mN 54 μN $833 \frac{1}{3} \text{ MPa}$ 70 N

Stempeldruck

- D5** 0,0457 0,92 770 000 1900 75000 23 8,26 1,23 3000 660 59
- D6** 12 Pa 70 Pa 23 Pa 100 Pa 123 Pa
- D8** 160 N
- D9** $F = p \cdot A = 3142 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0.0005 \text{ m}^2 = 1.571 \text{ N}$
- D10** jeweils 50 g **D12** 2.8 bar
- D13** $A = F/p = 12 \text{ cm}^2$ **D14** $p = F/A$ 1 Pa = $1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
- D15a** 360 N **D15b** 16.5 cm^2
- D15c** N₂O Betäubung Sahnekapseln Motortuning
- D16** 400 N **D17** $p = 15 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 1.5 \text{ bar}$
- D18a** $\pi \cdot r^2 = 380.133 \text{ cm}^2$
- D18b** $F = p \cdot A = 5320 \text{ N}$ **D18c** $14 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 1.4 \text{ bar}$
- D20a** $F = p \cdot A = 108 \text{ N}$
- D20b** $45 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 4.5 \text{ bar} = 450\,000 \text{ Pa}$
- D21** über Kolbenprober mit $A = 100 \text{ cm}^2$
- D22** $F = p \cdot A = 72 \text{ N}$
- D24** bei \textcircled{L} , denn Kraft auf 20 cm^2 große Fläche zieht an 24 cm langer Klebelinie bei \textcircled{K} 4 cm^2 an 8 cm
 $20/24 = 0.8\bar{3} > 0.5 = 4/8$

Hydraulische Systeme

- D79a** $900 \text{ g} \cdot \frac{4}{36} = 100 \text{ g}$ (oder etwas mehr)
- D79b** Auto auf großen Kolben, Gewichtstein auf kleinen: Gleichgewicht (oder Anheben des Autos)
- D79c** Vorteil: Kraftersparnis Nachteil: längerer Weg
- D80a** 701 cm^2 **D80b** 175 N
- D81a** $12 \text{ N} \cdot \frac{40}{5} = 96 \text{ N}$
- D81b** $A_2 + \Delta A = A_1 = 8A_2$ $A_2 = \Delta A / 7 = 6 \text{ cm}^2$
 $p = 12 \text{ N} / 6 \text{ cm}^2 = 0.2 \text{ bar}$
- D82a** 90 N (Faktor: $833 \frac{1}{3}$) **D82b** 75 kPa
- D82c** $48 \mu\text{m}$ **D83a** auf \textcircled{C} **D83b** 200 N
- D83c** $50 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
- D84b** $F_{Buch} = m \cdot g = 23.152 \text{ N}$ $F_{Lehrer} = \frac{A_{Lehrer}}{A_{Buch}} \cdot F_{Buch} = 5.145 \text{ N}$
- D84c** nach oben $s_{Buch} = \frac{A_{Lehrer}}{A_{Buch}} \cdot s_{Lehrer} = 2 \text{ mm}$
- D86b** $24 \text{ kN} \hat{=} 2446.5 \text{ kg}$ **D86c** 1 mm
- D88a** $F_F = F_B \cdot \frac{A_F}{A_B} = 480 \text{ N}$
- D88b** $s_B = s_F \cdot \frac{A_F}{A_B} = 12 \text{ mm}$ **D90a** $100 \text{ g} \cdot 40 = 4 \text{ kg}$
- D90b** $0,4905 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ **D90c** $64 \text{ mm} / 40 = 1,6 \text{ mm}$
- D92a** $100 \text{ g} \cdot 40^2 = 160 \text{ kg}$
- D92b** links: $0,4905 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ rechts: $19,62 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
- D92c** $64 \text{ mm} / 40^2 = 40 \mu\text{m}$

Manometer

- D140a** $3.5 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$ **D140b** Verkantung
- D142c** $p \cdot A = D \cdot s + m \cdot g$
- D142d** $Durchm. = 15 \text{ mm}$ $A = 1.767 \text{ cm}^2$ bei n Abschn. à 2.5 mm : $F = n \cdot 3.925 \text{ N}$ $p = n \cdot 222 \text{ mbar}$
- D142e** $p = (n \cdot 222 + 11) \text{ mbar}$

n	1	2	3	4
p/mbar	233	455	677	900

Schweredruck

- D200** ca. $\frac{1 \text{ bar}}{10 \text{ m}}$ **D201** $\varrho = p / (h \cdot g) = 1.5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- D202** 2.40 m **D203** $\varrho = p / (gh) = 1.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

D204 $\rho = 1.45 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ Honig **D206a** 1079.1 bar
D206b 12.95 MN **D207** $h = p/(\rho \cdot g) = 1176.2 \text{ m}$
D208 29160 Pa

D209 $\Delta p = \rho \cdot g \cdot 2s = 1.1207 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
 $p = p_0 + \Delta p = 11.1207 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$

D210 mit $\rho = 1.45 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, $h = 10 \text{ cm}$:
 $\Delta p = \rho \cdot g \cdot h = 1400 \text{ Pa} = 14 \text{ mbar}$

D212 mit $\rho = 0.85 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ $h = \frac{p}{\rho \cdot g} = 120 \text{ cm}$

D214 $p = \rho g h = 70632 \text{ Pa} = 0.706 \text{ bar}$

D216 $F_{Hg} = 2.943 \text{ mN}$ $p_{Hg} = 14.715 \text{ mbar}$

D218 $p = \rho g h = 52.974 \text{ mbar}$ $F = p \cdot A = 1.58922 \text{ N}$

D220 158922 Pa = 1.58922 bar

D222a $p = \rho \cdot g \cdot 15 \text{ m} = 15.156 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$

D222b $h = p/(\rho g) = 4.9484 \text{ m}$

D224 Flüssigkeits Gas Quotienten Kraft Fläche
 Flächeninhalt Größen $p = F/A$ Schweredruck Gewichtes
 zunimmt eingeschlossenen Kräften

D226 $p = \rho \cdot g \cdot 5 \text{ m} = 396.814 \frac{\text{N}}{\text{dm}^2} \approx 4 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 0.4 \text{ bar} = 40 \text{ kPa}$

D228 $\rho = p/(gh) = 7.034 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

D230 $g = p/(\rho h) = 12.037 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$

~~~~~ Kommunizierende Röhren ~~~~~

D282 Erzeugung von hohem Schweredruck

D285 bis Öffnung des 2.Hahns keine Bewegung,
 danach Höhenausgleich um $\pm 7 \text{ cm}$ auf 16 cm bzw. 2 cm
 weit ausgefahrene Kolben, weil Schweredruck am tiefer
 gelegenen Kolbenboden anfänglich um $\rho \cdot g \cdot h = 14.7 \text{ mbar}$
 höher

D286b 5 cm **D286c** 10 cm **D288a** 3 cm

D288b 2.1 cm

D290 Geruchsabdichtung durch darin stehendes Wasser

~~~~~ Luftdruck ~~~~~

D340 $13.587 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ **D342a** 1.0329 kg

D342b 980.665 hPa

D342c 1 atm = 1.0332 at 1 at = 0.9678 atm

D342d ca. 3.4 ata

D346 messen, wie viel Gewichtskraft nötig ist, um
 Kolben auszuziehen daraus p berechnen

D348 Tiefe:10 m Höhe: ∞

D350 18639 Pa = 186.39 mbar

~~~~~ Auftrieb ~~~~~

D401 2.83 N **D402** 1 N

D403 $V = 1.554 \text{ cm}^3$ $F_A = 0.207 \text{ N}$

D404a 1.177 N **D404b** 588.6 N **D404c** 588.6 N

D404d 0.125 N **D404e** 86.8 mN

D406 $m = 35.7 \text{ g}$ $V = 25.5 \text{ cm}^3$ $F_A = 0.25 \text{ N}$ $F = 0.1 \text{ N}$

D408 $m_{Oel} = 8.51 \text{ kg}$ $m_{ges} = 9.71 \text{ kg} < m_{verdr} \rightarrow \text{ja}$

D410 $m_M = 23.55 \text{ g}$ $F_A = 0.013 \text{ N}$ $V = 1.274 \text{ cm}^3$
 $\rho = 18.48 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \rightarrow \text{nein}$

D414a waagrecht schwimmen **D414b** $1.15 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

D414c nimmt ab

D417b $F_A = 80 \text{ cm}^3 \cdot 0.8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \cdot g = 0.62784 \text{ N}$

D417c $F_G - F_A = (90 - 64) \text{ g} \cdot g = 0.8829 \text{ N} - 0.62784 = 0.25506 \text{ N}$

D418a weniger

D418b $F_{A,Nordsee} = F_G = F_{A,Elbe}$
 $(V - \Delta V) \cdot \rho_N = V \cdot \rho_E$ $\rho_N = \rho_E \cdot \frac{V}{V - \Delta V} = 1.03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

D420a $V = 3000 \text{ cm}^3$ $F_G = 20.6 \text{ N}$

D420b $F_A = 29.43 \text{ N}$ $F_A - F_G = 8.83 \text{ N}$

D420c $A \cdot h \cdot \rho_W \cdot g = F_G$ $h = 3.5 \text{ cm}$

D420d $h = 38 \frac{1}{3} \text{ mm}$ aus: $F_{G,Stein} + F_{G,Holz} = Ah\rho_W g$

D421a $A = V/h = 15 \text{ cm}^2$

D421b $m = \rho \cdot V = 8160 \text{ g}$

D421c $h = 15 \text{ cm}$ $p = \rho g h = 2.00124 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$

D421d $m_M = 81.549 \text{ g}$ $\rho_M = m_M/V_M = 7.4136 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} <$

ρ_Q
 oder $F_{A,max} = \rho_Q V_M g = 1.4676 \text{ N} > G_M$
 oder $F_A = 0.8 \text{ N}$ $V_Q = F_A/g/\rho_Q = 5.9963 \text{ cm}^3 < V_M$

D421e $F_H = F_A - G_M = 0.667576 \text{ N}$

D422 $mg + F_{Seil} = \frac{2}{3} V \rho_W g$ $F_S = 245.25 \text{ N}$

D424a 40.7751

D424b $V \cdot \rho_W \cdot g = V \cdot \rho_S \cdot g + 400 \text{ N}$

$V = \frac{400 \text{ N}}{(\rho_W - \rho_S) \cdot g} = 41.401$

D426 $\rho_{Holz} = \frac{3}{4} \rho_{Wasser}$

D428 pro Holz: $F_G = 1116 \text{ N}$ $F_{A,max} = 1595 \text{ N}$
 $F_{Ttrag} = 478 \text{ N}$ $F_{5Pers} = 3433.5 \text{ N}$ $n > F_{5P}/F_{Ttrag} = 7.18$

D430 Stein: nimmt ab Holz: bleibt gleich

D432 $F_A = 10.791 \text{ N} > F_G = 8.3385 \text{ N} \rightarrow \text{ja}$

D434a $m = 300,7 \text{ g}$ $V = 100,2 \text{ cm}^3$ $F_A = 0.983 \text{ N}$
 Kr.:1.967 N W:2006 g

D434b Den Boden belastet durch den gestiegenen
 Wasserspiegel ein erhöhter Schweredruck.

D434c 2206 g **D434d** 1.967 N

D438 $F_A = \rho_{Oel} V g = 2.747 \text{ N}$ $F_{St} = \rho_{St} V g = 9.810 \text{ N}$
 $F_{Boden} = F_{St} - F_A = 7.063 \text{ N}$

D440a $F_G = F_A \Leftrightarrow \rho_{Eis} V_{ges} g = \rho_{Meer} V_{unter} g \Leftrightarrow$

$\rho_{Eis} = \rho_{Meer} \frac{V_{unter}}{V_{ges}} = 0.936 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

D440b 208 t

D442 $m_{St} = F_{St}/g = 5.28 \text{ g}$ $F_A = \Delta F = 11.6 \text{ mN} =$
 $V \rho_{Az} g \Rightarrow V = 1.4949 \text{ cm}^3$ $\rho_{St} = \frac{m_{St}}{V} = 3.53 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
 (Diamant)

D444 $F_G = 24.525 \text{ N}$ $F_A = 98.1 \text{ N}$ $\Delta F = 73.575 \text{ N}$

D446 $V = m/\rho = 636.3641$ $m_{Bims} - m_{verdr.W} = 63.636 \text{ kg}$

D448 $V_W = 22.5 \text{ cm}^3$ $m_W = 24.75 \text{ g} = m_E$
 $\rho_E = 0.9167 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

D450 14420.7 N

D452a $p_7 = p_0 + 72103.5 \text{ Pa} = 175603.5 \text{ Pa}$

D452b 144702 Pa **D452c** $F_R = 15.2055 \text{ N}$

D454b $F_G = 11772 \text{ N}$ $V = 152.6721$ $F_A = 1557.62 \text{ N}$
 $F_{res} = 10214.38 \text{ N}$

D454c nimmt ab

D455a $F_A = n \cdot 1 \text{ kg} \cdot g$ $F_G = (50 \text{ kg} + n \cdot 35 \text{ g}) \cdot g$
 $F_A > F_G$ $n > \frac{50}{1-0.035} = 51.813 \rightarrow n \geq 52$

D455b kleiner, da pro Flasche durch zusätzliches
 Volumen auch zusätzlicher Auftrieb

D455c Gewicht und Volumen der Schnüre, Einfeldung der Flaschen, zusätzliches Luftvolumen über 1 Liter abgefülltem Sprudel

D456a $h = p / (\rho \cdot g) = 1176.2 \text{ m}$

D456b $V_{\text{Boot}} \cdot \rho_{\text{Meer}} = 12792 \text{ t}$

D457a $V_{\text{ges, Krug}} = V_{\text{Glas}} + V_{\text{Fuellraum}} = 4000 \text{ cm}^3$
 vollst. eingetaucht: $m_{\text{verdr.}} = 4000 \text{ g}$ $m_{\text{Regen}} = 300 \text{ g}$
 $V_{\text{Regen}} = 300 \text{ ml}$

D457b $V_{\text{ges, Krug}} = V_{\text{Glas}} + V_{\text{Fuellraum}} = 4000 \text{ cm}^3$
 vollst. eingetaucht: $m_{\text{verdr.}} = 5600 \text{ g}$ $m_{\text{Regen}} = 1900 \text{ g}$
 $V_{\text{Regen}} = 1583 \text{ ml}$

Maschinen

Hebel

M4a 20 cm **M4b** 8 **M6a** 2.05 m rechts

M6b 1324 N **M8** 1.2 m rechts **M10** 12 kg

M11 ... die beiden Summen aller Drehmomente im bzw. gegen den UZS gleich sind.

M12a 133.333 N **M12b** 25 cm **M13a** 37.5 N

M13b 1.5 m **M13c** 12 cm **M13d** 45 N

M13e 27.5 mm **M13f** 4,5 N **M13g** 15 m

M13h 17 dm **M13i** 15 mN **M14** 7.063 Nm

M15 Oben: mehr Drehmoment auf z.B. Baum, aber Traktor kann vorne abheben, Gerät kann eher kippen

M16 am Ende

M18 kleinerer Abstand zum Kiefergelenk als Hebelarm

M19a rechts: $\frac{3}{4} \cdot 2400 \text{ N} = 1800 \text{ N}$ links: $\frac{1}{4} \cdot 2400 \text{ N} = 600 \text{ N}$

M19b nein, für jedes Ende ist es (zunächst) egal, ob das andere Ende vom Boden getragen oder von einer Hand gehalten wird

M19c $(120 \text{ N} \cdot 1 \text{ m} + 280 \text{ N} \cdot 2 \text{ m}) / 4 \text{ m} = 170 \text{ N}$ mehr 770 N

M20 12 cm **M22** links \rightarrow 250 g \rightarrow rechts

M23a $M[\text{Ncm}] = 12 \cdot 15 + 6 \cdot 9 - 18 \cdot 12 = +18$ gegen UZS

M23b 3 N \downarrow **M23c** \downarrow/\uparrow am 6. Loch rechts/links

M25 4 N **M26a** 0.3571 N **M26b** 0.2857 N

M26c 0.6 N **M26d** 0.25 N **M26e** 1.5 N

M27 alle Hebelarme als Vielfache von $x \rightarrow x$ lässt sich aus Drehmomentbilanz herausdividieren

M28a 0.25 N \uparrow **M28b** 2.75 N \uparrow **M28c** 1.4375 N \uparrow

M28d 2.125 N \downarrow **M28e** 1.3125 N \downarrow

M29 $-M_A = 13 \text{ N} \cdot 18 \text{ cm} = 2.34 \text{ Nm}$

$M_B = 15 \text{ N} \cdot 0 \text{ cm} = 0 \text{ Nm}$ $M_C = 18 \text{ N} \cdot 13 \text{ cm} = 2.34 \text{ Nm}$

$M_D = 17 \text{ N} \cdot 20 \text{ cm} = 3.4 \text{ Nm}$

$M_E = 19 \text{ N} \cdot 18 \text{ cm} = 3.42 \text{ Nm}$ $M_F = 10 \text{ N} \cdot 15 \text{ cm} = 1.5 \text{ Nm}$

$-M_G = 10 \text{ N} \cdot 12 \text{ cm} = 1.2 \text{ Nm}$ $M_H = 18 \text{ N} \cdot 0 \text{ cm} = 0 \text{ Nm}$

$M_I = 20 \text{ N} \cdot 20 \text{ cm} = 4 \text{ Nm}$ $-M_J = 19 \text{ N} \cdot 16 \text{ cm} = 3.04 \text{ Nm}$

$-M_K = 25 \text{ N} \cdot 8 \text{ cm} = 2 \text{ Nm}$ $-M_L = 20 \text{ N} \cdot 10 \text{ cm} = 2 \text{ Nm}$

M30a Gerade in Blickrichtung durch irgendeinen Punkt des Teils der Schraube in der Wand

M30b tiefer hält besser, wegen längerem Hebel zum Halten der Schraube durch die Wand und kürzerem für das belastende Bild

M31 v.l.n.r.: $5 \cdot 5 + M - 3 \cdot 2 \cdot 3 + 5 \cdot 7 = 0$
 $M = -42 = F \cdot (-3)$ $F = 14 \text{ N} \uparrow$

M36b Kommode: $588.6 \text{ N} \times 0.5 \text{ m} = 294.3 \text{ Nm}$
 $294.3 \text{ Nm} / 1.5 \text{ m} = 196.2 \text{ N}$

M36c südafrikanische Goldmünze, nach südaf. Politiker Paul Kruger, Rand=südaf. Währung

M36d bis S vertikal über D

M38 einen der doppelten um 5 Positionen nach links

Wellrad

M80 54 N **M82** 184.6 N

M84 $M_{\text{Pedal}} = 11 \text{ kNcm}$ $F_{\text{Kette}} = 916.7 \text{ N}$

$M_{\text{Hinterrad}} = 6417 \text{ Ncm}$ $F_{\text{Mantel}} = 221 \text{ N}$ nach vorne

M85a $600 \text{ N} \cdot \frac{20}{8} = 1500 \text{ N}$

M85b Tretkurbel waagrecht = senkrecht zur Gewichtskraft Wirklinie maximal weit von Achse entfernt Hebelarm maximal Drehmoment maximal

M86a Räder: Griff, Spitze **M86b** Dicke des Griffes

M86c ausgeübtes Moment / Schlitzlänge

M88 Faktor ca. 4

M89a B, D: 6 Ncm A: 1.5 Ncm C: 12 Ncm

M89d Hyperbeln **M90** 90 N \uparrow 30 N \downarrow 10 N \downarrow

Flaschenzug

M140 Kräfte in	Nr.	a)	b)	c)
0.1 kg \cdot g \approx 1 N	A	4	125	135
	B	3	167	173
	C	2	250	260

M142 60 N **M144** 2n

M146 $F_{\text{Bef.}} = 1.8 \cdot F_{\text{Seil}} (= 2 \cdot F_{\text{Seil}} \cdot \cos(27^\circ))$

M147 120 N **M148** Faktor: 1/6 90 cm

M150 analog zu Aufgabe M140, Bild B

M152 Flaschenzug mit 2×2 Rollen, Last und Männchen in vertauschter Position

M153b $2^7 = 128$ oder $2^8 = 256$

M154 Kräfte in	Nr.	a)	b)	c)
0.1 kg \cdot g \approx 1 N	D	4	125	140
	E	8	62.5	80
	F	4	125	120

M155a Ersparnis $\frac{1}{2}$, aber unergonomisch; verbessert mit fester Umlenkrolle

M155b keine Ersparnis, ergonomisch, aber Heinz zu leicht

M156a obere Flasche oder Decke

M156b $216 \text{ kg} : 8 = 27 \text{ kg}$

M156c Zugkraft: $(216 + 2) \text{ kg} : 8 = 27,250 \text{ kg}$ Belastung: $27,25 \text{ kg} + 216 \text{ kg} + 2 \cdot 2 \text{ kg} = 247,25 \text{ kg}$

M156d $80 \text{ cm} \cdot 8 = 6,40 \text{ m}$

M156e mit \textcircled{A} an Motorblock und Ziehen an $\textcircled{B} \rightarrow$ Faktor 9, aber unergonomische Zugrichtung nach oben

M157a $32 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ **M157b** 400 N **M158a** 300 N

M158b 330 N

Energie

Arbeit

- E2a** $F = 150 \text{ N}$ $s = 1.6 \text{ m}$ **E2b** 240 Nm
E2c 240 Nm **E4** $r = 82$ **E4a** $V = 7380 \text{ cm}^3$
E4b $p = 487.8 \text{ mbar} = 48780 \text{ Pa}$
E4c $F_P = 146.341 \text{ N}$ $s_P = 246 \text{ cm}$
E4d $W = 360 \text{ Nm}$ **E4e** $W = 360 \text{ Nm}$
E5a $F_{Baum} = 300 \text{ N}$ $A_{Dackel} = A_W \cdot \frac{40}{300} = 6.4 \text{ cm}^2$
E5b $s_D = s_B \cdot \frac{300}{40} = 375 \text{ cm}$
E5c $W = F \cdot s = 300 \text{ N} \cdot 0.5 \text{ m} = 150 \text{ J} = 40 \text{ N} \cdot 3.75 \text{ m}$
E6a 900 N **E6b** M:3 G,K:1
E6c R2:503 cm R1:754 cm **E6d** 4524 J
E8 mit Drehwinkel α : $s_1 \cdot F_1 = \frac{\alpha}{360^\circ} U_1 \cdot (F_1) = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi r_1 \cdot (\frac{r_2}{r_1} \cdot F_2) = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi r_2 \cdot F_2 = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot U_2 \cdot F_2 = s_2 \cdot F_2$
E9 $W = 180 \text{ J}$ $F = 6 \text{ N}$ $s = 7.5 \text{ m}$
E10 $W = 2 \cdot F \cdot s = 2 \cdot 70 \text{ N} \cdot 0.65 \text{ m} = 2 \cdot 45.5 \text{ J} = 91 \text{ J}$
E11a 76.54 J **E11b** 2030 J **E11c** 0.044 J
E11d 2.8 J **E11e** 13800 J **E11f** 0.5525 J
E11g 8 J **E11h** 78.2 J
E12 Leichteres Kind: $l_L = 5.4 \text{ m}$ $h_L = 1.50 \text{ m}$
 $h_L F_L = 45 \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot g = h_S F_S$
E13a 1368 J **E13b** 128 J
E13c $s = 36 \text{ m}$ $W = 5040 \text{ J}$
E14 $450 \text{ N} \cdot 2 \text{ km} = 900 \text{ kJ}$ **E15a** 200 N
E15b 37.5 cm **E15c** 3 cm **E15d** 40
E16 $W_{Knieb.} = 50 \text{ kg} \cdot g \cdot 0.6 \text{ m} = 294.3 \text{ J}$
 $n = \frac{1}{4} \cdot 3500 \text{ kJ} / 294.3 \text{ J} = 2973$

Hubarbeit

- E60a** $0.1 \text{ g} \cdot g \cdot 1 \text{ m} = 0.981 \text{ J}$
E60b $350 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} = 1400 \text{ J}$
E60c $50 \text{ kg} \cdot 1.62 \frac{\text{N}}{\text{kg}} \cdot 0.6 \text{ m} = 48.6 \text{ J}$ **E62a** 206 J
E62b 13.2435 J **E62c** 2825 J **E64** 5.10 m
E66 0.981 J
E68 $W_{1x} = 156.96 \text{ J}$ $n = 50000 \text{ J} / W_{1x} = 319$
E69a 1.568 m **E69b** 156.8 kg **E70** $n = 23$
E71 alle: $W = 360 \text{ J}$
 \textcircled{P} : $F = 100 \text{ N}$ und $s = 3.6 \text{ m}$
 $\textcircled{H}, \textcircled{R}$: $F = 600 \text{ N}$ und $s = 0.6 \text{ m}$
E72a 7.118 MJ **E72b** 116.543 kJ **E74a** 748.7 kJ
E74b $\rho_{Fe} = 7.86 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ $V = 2.016 \text{ m}^3$ $m = 15.846 \text{ t}$
 $W = 186.5 \text{ kJ}$
E75a 50 kg **E75b** 71.5 N **E75c** 128.7 J
E75d nur m **E76** 311.2 MJ
E78 $W = mgl/2 = 2354.4 \text{ J}$
E80 alle Wege kosten 18995.2 J

Beschleunigungsarbeit

- E120a** $\frac{1}{2} \cdot 1.5 \text{ kg} \cdot (6 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 27 \text{ J}$
E120b $\frac{1}{2} \cdot 0.09 \text{ kg} \cdot (11 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 5.445 \text{ J}$
E120c $\frac{1}{2} \cdot 0.002 \text{ kg} \cdot (70 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 4.9 \text{ J}$
E120d $\frac{1}{2} \cdot 1250 \text{ kg} \cdot (9 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 50625 \text{ J}$
E120e $\frac{1}{2} \cdot 1600 \text{ kg} \cdot (10 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 80 \text{ kJ}$
E120f $\frac{1}{2} \cdot 1600 \text{ kg} \cdot (20 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 320 \text{ kJ}$

- E120g** $\frac{1}{2} \cdot 97 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot (\frac{5}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 93.557 \text{ MJ}$
E121a $192 \text{ J} - 75 \text{ J} = 117 \text{ J}$
E121b $5.445 \text{ J} - 4.5 \text{ J} = 0.945 \text{ J}$
E121c $250 \text{ kJ} - 62.5 \text{ kJ} = 187.5 \text{ kJ}$
E121d $64.8 \text{ kJ} - 80 \text{ kJ} = -15.2 \text{ kJ}$ **E121e** 0 J
E121f $720 \text{ J} - 80 \text{ J} = 640 \text{ J}$
E122 $W = \frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow m = \frac{2W}{v^2}$ $m = \frac{2 \cdot 833}{7^2} \text{ kg} = 34 \text{ kg}$
E124 $h = v^2 / (2g) = 3.539 \text{ m}$
E125a $m = 2W / v^2 = 2 \cdot 25 \text{ J} / (5 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 2 \text{ kg}$
E125b (0|0) (1|1) (2|4) (3|9) (4|16) (6|36) (7|49) (8|64)
E125c Parabel
E126 Geraden mit Steigungen a) 150 g b) 500 g c) 400 g
E127a 3750 J **E127b** 11250 J **E128** 800 J
E129 $W = 22.5 \text{ J}$ $m = 20 \text{ kg}$ $v = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E130a 8.64 J **E130b** $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E132 $v_0 = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v = \sqrt{2} \cdot v_0$ $\Delta v = (\sqrt{2} - 1) \cdot v_0 = 1.243 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

	1 J	2 J	8 J	9 J	50 J
2 kg	1	1.4142	2.8284	3	7.071
4 kg	0.7071	1	2	2.1213	5
500 g	2	2.8284	5.6569	6	14.142
160 g	3.5355	5	10	10.607	25

E134
E136a $v = \sqrt{2W/m} = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E136b $v = \sqrt{2(W_0 + W)/m} = \sqrt{2 \cdot (250 + 10) \text{ J} / 5 \text{ kg}} = 10.198 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E137a $W = Fs = 105 \text{ J} = \frac{1}{2}mv^2$ $v = 5.916 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E137b $\Delta t = \Delta v / a = \Delta v \cdot m / F = 5.07 \text{ s}$
E137c $a = F/m = 1.167 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $v = at = 17.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E137d $s = W/F = \frac{1}{2}mv^2 / F = 131.25 \text{ m}$
E138 $W = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2) = 1524.6 \text{ J} - 1260 \text{ J} = 264.6 \text{ J}$
 $s = W/F = 29.4 \text{ m}$
E139 $\frac{1}{2}m(3v)^2 - \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 8v^2 = 8W$
E140 72 N **E142** g **E144** 1.429 kg
E146a $a = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $\Delta v = 1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $v = 1.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E146b $v = -1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E146c** $F = 37.5 \text{ mN}$
E148a $W_0 = 15 \text{ mJ}$ $\Delta W = 12 \text{ mJ}$ $0.26833 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E148b $0.089443 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E148c** $F = 375 \text{ mN}$
E150 0.5 J
E152 $W_1 = 2600 \text{ J}$ $W_{50} = 130 \text{ kJ} = 1.625 \cdot 80 \text{ kJ}$
E154 91.63 kJ **E156** 68.984 MJ **E158** 53.33 m
E160a $W_{kin} = F \cdot s = 0.15 \text{ J}$ $v = \sqrt{2W/m} = 86.6 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
E160b $a = F/m = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $\Delta t = v/a = 0.69282 \text{ s}$
E160c $a = F/m = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ $v = 1.875 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E160d $W = \frac{1}{2}mv^2 = 0.703 \text{ J}$ $s = W/F = 1.40625 \text{ m}$
E162a $v = 5.24 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E162b** 534 ms **E164a** 13.9 kJ
E164b 97.2 kJ **E164c** 236.1 kJ **E166a** 8.85 MJ
E166b $79.65 \text{ MJ} - 8.85 \text{ MJ} = 70.80 \text{ MJ}$
E168 $W_{40 \rightarrow 60} = 1 \frac{1}{4} \cdot W_{0 \rightarrow 40}$

Spannarbeit

- E220** 3.75 mJ
E221 $W = 18 \text{ J}$ $s = 1.5 \text{ m}$ $D = 10000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$
E222 $128 \leq D / \frac{\text{N}}{\text{m}} \leq 134.4$
E223 0 10 14.1 20 24.5 30 33.2 37.4 40 Wurzel-Graph
E224 34.641 cm **E226a** 60 N **E226b** 0.9 J

- E226c** 2.7 J
E227 $D_{Feder} = 20 \text{ N}/15 \text{ cm}$ $D_{Kraftm.} = 20 \text{ N}/4 \text{ cm}$
 $W_F = 1.5 \text{ J}$ $W_K = 0.4 \text{ J}$ $W_{ges} = 1.9 \text{ J}$
E228 0.1 J **E229** $W = \frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2}\frac{F}{s}s^2 = \frac{1}{2}Fs$
E230 $37500 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 375 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
E231 $s = \sqrt{2W/D} = 0.4 \text{ m}$ $\ell = \ell_0 + s = 3.4 \text{ m}$
E232a ohne: $s = F/D = 2.5 \text{ mm}$ mit: gar nicht
E232b ohne: $F = D \cdot 7 \text{ mm} = 5600 \text{ N}$ mit:
 $F = D \cdot 12 \text{ mm} = 9600 \text{ N}$
E232c ohne: $W = \frac{1}{2}D \cdot (7 \text{ mm})^2 = 19.6 \text{ J}$ mit:
 $W = \frac{1}{2}D \cdot (12^2 - 5^2) \text{ mm}^2 = 47.6 \text{ J}$
E233 $p \cdot \Delta V = 5.065 \text{ J}$

~~~~~**Leistung**~~~~~

- E278a**  $P = W/t = 300 \text{ W}$   
**E278b**  $W = P \cdot t = 5184 \text{ kJ}$  **E278c**  $t = W/P = 70 \text{ s}$   
**E280** 0.5 W **E281a** 76.54 W **E281b** 2030 W  
**E281c** 0.044 W **E281d** 2.8 W  
**E282** 1 PS = 0.736 kW 1 kW = 1.359 PS  
**E284** 1 kWh = 3.6 MJ 3 Ws = 3 J 55 mWs = 0.055 J  
 10 Wmin = 600 J 0,04 MWh = 144 MJ 11 kW s = 11 kJ  
**E285a**  $W = P \cdot t = 360 \text{ kJ} > 351 \text{ kJ}$   
 $P = W/t = 2.925 \text{ kW} < 3 \text{ kW}$   $t = W/P = 117 \text{ s} < 120 \text{ s} \rightarrow$   
 ja  
**E285b**  $P_{soll} = 1600 \text{ W} / W_{max} = 450 \text{ kJ}$  nein  
**E286a**  $W = 317.844 \text{ kJ}$   $P = 176.58 \text{ W}$   
**E286b**  $W = 162 \text{ kJ}$   $P = 2700 \text{ W}$   
**E286c**  $W = 233061 \text{ J}$   $P = 2.697 \text{ W}$   
**E287a**  $W = P \cdot t = 4200 \text{ J}$   
**E287b**  $W = mgh = 4414.5 \text{ J}$   
**E287c**  $D = 817.5 \frac{\text{N}}{\text{m}}$   $W = \frac{1}{2}Ds^2 = 0.367875 \text{ J}$   
**E288**  $175 \text{ W} + 625 \text{ W} = 800 \text{ W}$   
**E289a**  $P = \frac{529740 \text{ J}}{1800 \text{ s}} = 294.3 \text{ W}$   
**E289b**  $t = \frac{529740 \text{ J}}{300 \text{ W}} = 1059.48 \text{ s}$  **E290** 7848 W  
**E291a**  $s = \sqrt{2W/D} = 0.2 \text{ m}$   $\ell = \ell_0 + s$   
**E291b**  $t = W/P = 0.25 \text{ s}$   
**E292**  $P = 206010 \text{ J}/5 \text{ s} = 41202 \text{ W} > 40 \text{ kW} \rightarrow$  nein  
**E293**  $t = W/P = 60 \text{ s}$  **E294** 515.025 s  
**E296**  $13.8 \leftarrow 5.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $\Delta E = (2.22 - 0.355) \text{ MJ} = 1.86 \text{ MJ}$   
 $t > 6.34 \text{ s}$   
**E298**  $W = Pt = 150000 \text{ J}$   
**E299a**  $P = 490.5 \text{ J}/0.5 \text{ s} = 981 \text{ W}$  **E299b** 20 W  
**E299c**  $W = \frac{1}{2}D(s_1^2 - s_0^2) = 5.4 \text{ J} - 3.75 \text{ J} = 1.65 \text{ J}$   
 $P = 3.3 \text{ W}$   
**E300a** 2400 J **E300b** 2 m **E300c** 103.8  
**E302a** 243.2 MJ **E302b** 16 s  
**E302c** 52421 1.011 kWh  
**E303**  $P = 62.5 \text{ W}$   $W = 160 \text{ J}$   $t = 25 \text{ s}$   
**E304**  $W = 20250 \text{ J}$  **E304a** 578.6 W  
**E304b** 25.71 N **E304c** 578.6 N  
**E305**  $W = 60 \text{ kJ}$   $t = 20 \text{ ms}$   $P = \frac{1}{3} \text{ W}$   
**E306**  $P_{soll} = 11772 \text{ J}/120 \text{ s} = 98.1 \text{ W} > P_{max}$  nein  
**E307a**  $m = F/g = 509.684 \text{ kg}$   
**E307b**  $m = P \cdot t/g/h = 396.421 \text{ kg}$   
**E307c**  $m = W/g/h = 56.6316 \text{ kg}$

- E308**  $P = \frac{708.3 \text{ kJ}}{4 \text{ s}} = 177 \text{ kW} = 241 \text{ PS}$   
**E310** 76.172 W

~~~~~**Reibungsarbeit**~~~~~

- E360** 8.33 J **E362a** 1.2 MJ **E362b** 100 W
E362c 0.08 **E364a** 17658 N **E364b** 0.204
E364c $25 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ **E364d** 108 kJ **E364e** 900 W
E366a 78.48 s **E366b** $20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
E368a $P = F \cdot v = 11.111 \text{ kW}$
E368b $F_{Tr} = 13.5 \text{ kN}$ $F_{Sp} = 1.35 \text{ kN}$

~~~~~**Arbeit gemischt**~~~~~

- E418** 0.5886 J **E419**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 157.5 \text{ J}$   
**E420a** 23691 J **E420b** 110.92 kJ **E420c** 0.25 J  
**E420d** 17.8125 J **E421a** 0.0315 J  
**E421b** 117.72 J **E421c** 0.24 J  
**E421d**  $W = F \cdot s = 8000 \text{ J}$  **E422a**  $mgh = 70.632 \text{ J}$   
**E422b**  $\frac{1}{2}mv^2 = 0.0225 \text{ J}$  **E422c**  $\frac{1}{2}Ds^2 = 0.27 \text{ J}$   
**E422d**  $Fs = 6000 \text{ J}$  **E423a**  $W = mgh = 19.620 \text{ mJ}$   
**E423b**  $W = \frac{1}{2}D \cdot (\Delta s)^2 = 89.6 \text{ J}$   
**E423c**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 100 \text{ J}$   
**E423d**  $W = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2) = 900 \text{ J} - 100 \text{ J} = 800 \text{ J}$   
**E424a** 0.6 J **E424b** 4395 J **E424c** 12.36 kJ  
**E424d** 48 J **E426a** 0.577 m **E426b** 0.815 m  
**E426c**  $10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  **E426d** 849 g **E426e** 5 N  
**E427a** 47088 J **E427b** 277 778 J **E427c** 80 kW  
**E428a**  $Fs = 7 \text{ J}$  **E428b**  $mgh = 156.96 \text{ mJ}$   
**E428c**  $\frac{1}{2}mv^2 = 0.49 \text{ J}$  **E429a**  $m \cdot g \cdot h = 141.264 \text{ J}$   
**E429b**  $F \cdot s = 4 \text{ J}$  **E429c**  $\frac{1}{2}Ds^2 = 5.6 \text{ J}$   
**E429d**  $\frac{1}{2}mv^2 = 10.8 \text{ J}$  **E430a** 6.25 m  
**E430b**  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E430c** 25 **E430d** 2.998  
**E431a**  $P = \frac{W}{t} = 5 \text{ W}$  **E431b**  $W = F \cdot s$   
**E431c**  $h = 1.5 \text{ m}$   $W = mgh = 5.886 \text{ J}$   
**E431d**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 45 \text{ J}$  **E432a**  $\frac{1}{4}mg = 588.6 \text{ N}$   
**E432b**  $mgh = 4944.24 \text{ J}$   
**E433a**  $\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = 6000 \text{ J} - 3840 \text{ J} = 2160 \text{ J}$   
**E433b**  $W = mgh = 5886 \text{ J}$   
**E433c**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 24000 \text{ J}$   
**E433d**  $W = F \cdot s = 21 \text{ kJ}$   
**E433e**  $m \cdot g \cdot \Delta h = 2354.40 \text{ J}$  **E434a** 10.595 J  
**E434b** 2889.9 J **E436a** 145 kJ  
**E436b**  $32 \cdot 10^{-24} \text{ J}$  **E437a**  $W = Fs = 2.1 \text{ J}$   
**E437b**  $W = mgh = 117.72 \text{ J}$   
**E437c**  $D = 13,08 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$   $W = \frac{1}{2}Ds^2 = 0.5886 \text{ J}$   
**E437d**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 4.5 \text{ J}$  **E438a**  $0.617 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E438b** auf  $1.175 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E438c** auf  $0.787 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E439a**  $mgh = 2550.6 \text{ J}$  **E439b**  $F \cdot s = 240 \text{ J}$   
**E439c**  $\frac{1}{2}mv^2 = 625 \text{ J}$   
**E439d**  $\frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = 625 \text{ J} - 225 \text{ J} = 400 \text{ J}$   
**E440** nein, dank Auftrieb nur 223.668 J  
**E441a**  $W = F \cdot s = 10 \text{ MJ}$   
**E441b**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 316.875 \text{ MJ}$   
**E441c**  $W = mgh = 10.02582 \text{ GJ}$

**E441d**  $W = \frac{1}{2}m \cdot ((v_0 + \Delta v)^2 - v_0^2) = 2.20064 \text{ GJ} - 2.106 \text{ GJ} = 94.64 \text{ MJ}$   
**E442**  $W_H = 4120.2 \text{ J}$   $W_R = 1427.28 \text{ J}$   $W_{ges} = 5547.48 \text{ J}$   
**E443a**  $F = \frac{1}{2}mv^2/s = 7.2 \text{ J}/3 \text{ m} = 2.4 \text{ N}$   
**E443b**  $a = 0.375 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   $\Delta t = 4 \text{ s}$   
**E444a**  $f_r \cdot m \cdot g \cdot s = 1765800 \text{ J}$   
**E444b**  $\frac{1}{2}mv^2 = 4.8 \text{ MJ}$  **E444c**  $mgh = 29.4 \text{ MJ}$   
**E444d**  $\frac{1}{2}Ds^2 = 96 \text{ J}$  **E445a**  $h = 28.32 \text{ m}$   $16 \text{ cm}$   
**E445b**  $4 \text{ m}$

### ~~~~~Energieformen~~~~~

**E460a**  $6.867 \text{ J}$  **E460b**  $11.631 \text{ MJ}$  **E460c** circa  $0 \text{ J}$   
**E460d** Schwerpunkt:  $2.8 \text{ kg} \cdot g \cdot 0.3 \text{ m} = 8.24 \text{ J}$   
**E461a**  $1.471 \text{ J}$  **E461b**  $6.867 \text{ J}$  **E461c**  $21.582 \text{ J}$   
**E461d**  $708.282 \text{ J}$  **E462a**  $43.750 \text{ mJ}$   
**E462b**  $448.581 \text{ kJ}$  **E462c**  $18.75 \text{ kJ}$   
**E462d**  $7.65 \text{ MJ}$  **E462e**  $21.701 \text{ kJ}$  **E463a**  $11.760 \text{ J}$   
**E463b**  $2.85 \text{ J}$  **E463c**  $6 \text{ J}$  **E463d**  $7.357 \text{ mJ}$   
**E464**  $W_{Lage} = 50031 \text{ J}$   $W_{kin} = 21515.625 \text{ J}$   
 $W_{ges} = 71546.625 \text{ J}$   
**E465a**  $W = \frac{1}{2}mv^2 = 324 \text{ J}$   
**E465b**  $s = W/F = 4.05 \text{ m}$   
**E465c**  $a = F/m = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$   $t = v/a = 4.5 \text{ s}$   
**E466**  $h_E = 1.3 \text{ m}$   $h_T = 0.9 \text{ m}$   
**E467a**  $P = W/t = 900 \text{ W}$   
**E467b**  $E_{vor} = \frac{1}{2}mv_0^2 = 469.3 \text{ J}$   $E_{nach} = E_{vor} + W = 4069.3$   
**E467c**  $\frac{1}{2}mv_0^2 + W = \frac{1}{2}mv^2$   $v = \sqrt{v_0^2 + 2W/m} = 11.1897 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E467d**  $s = W/F = 30 \text{ m}$  (exakter:  $29.979 \text{ m}$ )  
**E468a**  $v = 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   $E = 54 \text{ J}$   
**E468b**  $E_{kin} = 90 \text{ J}$   $E_{pot} = 549.36 \text{ J}$   $E_{ges} = 639.36 \text{ J}$   
**E468c**  $s = 5 \text{ cm}$   $W = 3.75 \text{ J}$   $F = 150 \text{ N}$

### ~~~~~Energieumwandlung/Wirkungsgrad~~~~~

**E502**  $\eta = 93\frac{1}{3}\%$  **E503a**  $\frac{1}{2}Ds^2 = 5.28 \text{ J}$   
**E503b**  $\eta = 2.943/5.28 = 55.74\%$  **E504**  $\eta_{A \rightarrow C} = 40\%$   
**E505a**  $mgh = 54936 \text{ J}$   $\frac{1}{2}m(28 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 31360 \text{ J}$   
 $\eta = 57.085\%$   
**E505b**  $mgh = F_R \cdot s + \frac{1}{2}mv^2$   $W_R = 23576 \text{ J}$   
 $F_R = 214.327 \text{ N}$   
**E506a**  $25000 \text{ J}$  **E506b**  $2.582 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 9.295 \frac{\text{km}}{\text{h}}$   
**E506c** Waggon soll nicht zurück„katapultiert“ werden, Schwingungen sollen gedämpft werden, daher möglichst viel Reibungs- statt Spannarbeit im Puffer

### Energieerhaltung I (ohne Federn & Reibung)

**E558a**  $h = v_0^2/(2g) = 4 \text{ m}$   
**E558b**  $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = 3.1177 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E558c**  $h = (v_0^2 - v^2)/(2g) = 3 \text{ m}$   
**E558d** kein Luftwiderstand **E560**  $37 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E561**  $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = 22.53 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E562a**  $v = \sqrt{2gh} = 12.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E562c**  $9.9 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E562d**  $6.165 \text{ m}$  **E563**  $12,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

**E564**  $g = \frac{v^2}{2h} = 6.25 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$   
**E565a**  $v = \sqrt{2gh} = 11.7192 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E565b**  $h = 5.2 \text{ m}$   $v = 10.1007 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E565c**  $h_{Fall} = v^2/(2g) = 1.2998 \text{ m}$   $5.7 \text{ m}$  über Boden  
**E566**  $5.05 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E568**  $\frac{1}{2}(M+m)v^2 = mgh$   $h = \frac{(M+m)v^2}{2mg} = 9.17 \text{ cm}$   
**E570**  $\sqrt{2g_E h_E} = v = \sqrt{2g_M h_M}$  mit  $6g_M = g_E \rightarrow h_M = 6h_E = 7.20 \text{ m}$   
**E572a**  $v_{max} = \sqrt{2gh} = 0.77 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E572b**  $v = \sqrt{gh} = 0.54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E572c**  $h_{links} = h_{rechts}$   
**E574**  $\frac{1}{2}Mgh = \frac{1}{2}mgh + \frac{1}{2}(M+m)v^2$   
 $v = \sqrt{\frac{(M-m)gh}{M+m}} = 1.4007 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E576**  $0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E578a**  $h = \frac{v^2}{2g} = 45.87 \text{ cm}$   
**E578b**  $v = \sqrt{v_0^2 - 2gh} = 2.49 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E580a**  $v = 7.67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E580b**  $h = \frac{3}{4} \cdot 3 \text{ m} = 2.25 \text{ m}$   
**E582**  $v(100 \text{ m}) = 44.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E583a**  $v = \sqrt{2gh} = 19.809 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E583b**  $\frac{1}{2}mv_0^2 = mgh + \frac{1}{2}m(v_0/2)^2$   $h = \frac{3}{4}v_0^2/(2g) = 34.404 \text{ m}$   
**E584**  $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2$   $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 15.66 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E586**  $t_0 = 1.75 \text{ s}$   
**E587**  $\frac{1}{2}mv_0^2 + mgh = \frac{1}{2}mv^2$   $v = \sqrt{v_0^2 + 2gh} = 35.950 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E588**  $\Delta W_{pot} = W_{kin} = 19.62 \text{ mJ}$   $v = 33.48 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$   
**E590**  $44.145 \text{ m}$  **E592a**  $W_0 = \frac{1}{2}mv_0^2 = 12.96 \text{ J}$   
**E592b**  $(9-1) \cdot W_0 = 116.64 \text{ J} - W_0 = 103.68 \text{ J}$   
**E593a**  $mgh = \frac{1}{2}mv^2$   $v = \sqrt{2gh} = 4.852 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $h = v^2/(2g) = 9.9898 \text{ cm}$   $1.10 \text{ m}$  über Boden  
**E593b**  $mgh = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}mv^2$   $v = \sqrt{2mgh/(M+m)} = 2.170 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
 $h = \frac{(M+m)v^2}{2mg} = 0.4995 \text{ m}$   $0.70 \text{ m}$  über Boden  
**E594** ca.  $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E596a**  $h = v^2/(2g) = 5.097 \text{ m}$   
**E596b**  $h = (v^2 - v_0^2)/(2g) = 4.893 \text{ m}$   
**E598**  $0 = mgs - mg(2s) + \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}m(2v)^2$   
 $v = \sqrt{\frac{2}{5}gs} = 0.62642 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

### ~~~~~Energieerhaltung II (ohne Reibung)~~~~~

**E640**  $W = 9 \text{ mJ}$   $s = 2.12 \text{ mm}$   
**E641a** Schwingung,  $2,50 \text{ m}$  weit hin und her  
**E641b**  $mv^2 = Ds^2$   $v = 80.04 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  bei entspannter Feder  
**E642**  $s = 22.5 \text{ mm}$   $W = 303.75 \text{ mJ}$   $h = 88.5 \text{ cm}$   
**E643a**  $\frac{1}{2}mv^2 = mgh$   $h = v^2/(2g) = 1.274 \text{ m}$   
**E643b**  $\frac{1}{2}mv^2 = 100 \text{ J} = \frac{1}{2}Ds^2$   $s = \sqrt{m/D} \cdot v = 16.903 \text{ cm}$   
**E644a**  $1.3856 \text{ cm}$  **E644b**  $1.2 \text{ cm}$   
**E645**  $mgh + \frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2}mv^2$   $v = \sqrt{2gh + Ds^2/m} = 2.43 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E646a**  $125 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$  **E646b**  $509.68 \text{ m}$  **E646c**  $89.443 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**E648a**  $1.38 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  **E648b**  $26.9 \text{ cm}$   
**E650**  $s := \text{Dehnung};$   $mg(l+s) = \frac{1}{2}Ds^2 \leftarrow s = q + \sqrt{2ql + q^2}$  mit  $q = \frac{mg}{D}$   
 $l = 0 \text{ m} : s = 22.4 \text{ m}$   $t = 22.4 \text{ m}$   
 $l = 6 \text{ m} : s = 27.3 \text{ m}$   $t = 33.3 \text{ m}$   
**E652a**  $\frac{1}{2}Ds^2 = 0.8 \text{ J} = mgh + \frac{1}{2}mv^2$   $v = 2.5032 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

- E652b** 1.019 m    **E654a** 100.0 mm
- E654b**  $W = 5 \text{ J} \quad 1.414 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E654c**  $W_{kin} = 3.75 \text{ J} \quad 1.2245 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E655a** Kräftegleichgewicht:  $D_L \cdot \ell = D_R \cdot r$  mit  
 $\ell + r = 30 \text{ cm} \quad \ell = 12 \text{ cm} \quad r = 18 \text{ cm}$
- E655b**  $F = D_L \cdot (\ell + s) - D_R \cdot (r - s) = 3000 \text{ N}$   
 $D = D_L + D_R = 200 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
- E655c**  $\frac{1}{2} D s^2 = 225 \text{ J}$
- E656**  $mg(h + s) = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} D s^2$
- E656a**  $h = \frac{D s^2}{2 m g} - s = 61.55 \text{ cm}$
- E656b**  $v = \sqrt{2g(h + s) - \frac{D s^2}{m}} = 2.42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E656c**  $s = \frac{m g}{D} + \sqrt{\frac{2 m g h}{D} + \left(\frac{m g}{D}\right)^2} = 14.83 \text{ cm}$
- E660a**  $7.5 \text{ N} = D s_0 > m g = 2.943 \text{ N}$
- E660b** Restdehnung  $s = 3 \text{ cm} \quad W_{ges} = 0.1875 \text{ J} = \frac{1}{2} D s_0^2 = \frac{1}{2} D s^2 + \frac{1}{2} (M + m) v^2 + m g (s_0 - s) \quad v = 34.97 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
- E660c** Kräftegleichgewicht ( $\rightarrow$  „Schubumkehr“) bei Dehnung  $s = m g / D = 1.962 \text{ cm}$   
 $v = \sqrt{\frac{D(s_0^2 - s^2) - 2 m g (s_0 - s)}{M + m}} = 37.20775 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

~ **Energieerhaltung III (ohne Einschränkung)**

- E700** 0.02    **E702a** 32.77 m    **E702b**  $\alpha^2$ -fach
- E702c**  $1/\beta$     **E703a**  $v = \sqrt{2gh} = 6.26418 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E703b**  $W_R = mgh - \frac{1}{2} m v^2 = 5.886 \text{ J} - 1.35 \text{ J} = 4.536 \text{ J}$   
 $F_R = W_R / s = 1.26 \text{ N}$
- E704a** 14.3%    **E704b** 227.5 N
- E706a**  $F_R = 0.1226 \text{ N}$     **E706b**  $W_s = 49.05 \text{ mJ}$
- E706c**  $W_H = mgs = 196.2 \text{ mJ} \quad W_{kin, m \& M} =$   
 $W_H - W_s = 147.15 \text{ mJ} \quad v_A = \sqrt{\frac{2W_{kin}}{m+M}} = 0.9905 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E706d** 75%
- E706e**  $W_{AB} = |AB| \cdot F_R = 30.7 \text{ mJ} \quad W_{kin}(A) = \frac{1}{2} M v_A^2 = 122.63 \text{ mJ}$   
 $W_{kin}(B) = W_{kin}(A) - W_{AB} = 91.97 \text{ mJ}$   
 $v_B = 0.8578 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E708a**  $f = \frac{v_0^2}{2gs} = 0.0191$
- E708b**  $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + m g f s \quad v = \sqrt{v_0^2 - g f s} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot v_0} = 10.61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E710**  $W_{kin} = 551.25 \text{ kJ} \quad W_{R, 80m} = 560 \text{ kJ}$   
 $s = W_{kin} / F = 78.75 \text{ m}$
- E711a**  $\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} D s^2 \quad s = \sqrt{m/D} \cdot v = 21.213 \text{ cm}$
- E711b**  $9 \text{ J} - 5 \text{ J} = 4 \text{ J} = \frac{1}{2} D s^2 \quad s = 14.142 \text{ cm}$
- E712a** 75%    **E712b** 73.4 cm
- E714a**  $79.24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 285.25 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \text{E714b} \quad 99\%$
- E716a**  $W_0 = 2236.68 \text{ J} \quad v = 8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E716b**  $W_R = 1200 \text{ J} \quad v = 6.031 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E718a**  $h = 17.101 \text{ m} \quad 18.32 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \text{E718b} \quad 17.06 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

**Temperatur**

~~~~~ **Qualitatives** ~~~~~

- T2** z.B. Kontakt zu wärmerem, Reibung, Kompression; Kontakt zu kälterem, Expansion

- T6** heißer $\hat{=}$ heftiger
- T8** z.B. Ausdehnung, Verformung, Verfärbung, chemische Reaktion
- T10** Übergang gasförmig \rightarrow flüssig
- T11a** Erwärmung = heftigere Bewegung der Teilchen heftigeres Aufprallen auf Innenseite, mehr Druck Ausdehnung (zusätzlich: Kunststoff weicher, gibt mehr nach)
- T11b** Abkühlung zahmeres Aufprallen Druckabfall Eindellungen
- T11c** mehr Teilchen drin, die aufprallen mehr Druck Schlauch praller
- T11d** Wasserteilchen mischen sich zwischen Luftteilchen Wäsche trocknet
- T12** Temp.-Ausgleich
- T14a** Zusammenziehen bei $0^\circ\text{C} \rightarrow 4^\circ\text{C}$

- T14b** Eis schwimmt \rightarrow hat geringere Dichte \rightarrow Ausdehnung beim Gefrieren
- T16** kaltes Wasser dichter \rightarrow schwerer
- T18** helle Schnee Katze frittieren
 Blitz nachts Eisen Glühdraht tief
- T19a** wie ② beim Erstarren nimmt Volumen ab
- T19b** geht unter

- T20** hinein: Abkühlen der Luft in der Flasche wie abgebildet heraus: Erwärmen bei gekippter Flasche
- T22** Ausdehnung der Luft \rightarrow Druckanstieg \rightarrow Münze von Rand abgehoben \rightarrow Entweichen von Luft \rightarrow Druckabfall \rightarrow Münze liegt wieder dicht auf \rightarrow da capo

~~~~~ **Thermometer** ~~~~~

- T80a** Verfeinerung der Skala möglich; Messbereich bei gleichen Abmessungen geringer
- T80b** trägere Anzeige, mehr Verfälschung
- T81e** v.l.n.r. aufgelistet: angezeigte T., 3 zu beschriftende Marken, mm/Grad
 

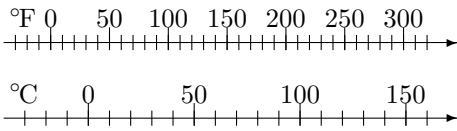
|        |      |      |      |       |
|--------|------|------|------|-------|
| a) 37  | 28   | 35   | 43   | 3     |
| b) 5   | 18   | 25   | 34   | 1.5   |
| c) 26  | -22  | 10   | 102  | 0.5   |
| d) 200 | -60  | 140  | 420  | 0.125 |
| e) 34  | 41.5 | 37.2 | 38.6 | 7.5   |

- T82** v.l.n.r. aufgelistet: angezeigte T., 3 zu beschriftende Marken, mm/Grad
 

|       |      |     |     |     |
|-------|------|-----|-----|-----|
| a) 77 | -10  | 20  | 50  | 0.5 |
| b) 35 | -15  | 8   | 45  | 1   |
| c) 80 | -50  | 0   | 250 | 0.2 |
| d) 37 | 23   | 42  | 58  | 2   |
| e) -5 | -110 | -50 | 25  | 0.5 |

- T83a** 17 21.5 26 29 32 34.5 36.5
- T83b** 3 8 14 21.5 31

- T83c** im Wärmeren; schon bei kleineren  $\vartheta$ -Änderungen unterscheidbare I
- T84**  $30^\circ\text{R} = 37.5^\circ\text{C}$     **T86**  $7\frac{2}{9}^\circ\text{C}$
- T87**  $-40^\circ\text{F}$  und  $-40^\circ\text{C}$



- T88** °R 0 50 100
- T90a** 2 mm/°C Anzeige: 9 °C 0 °C um 20 mm rechts von -10 °C
- T90b** 35 °C + 12 mm/30 mm · 6 °C = 37.4 °C
- T92** A:  $\vartheta \uparrow \Rightarrow I \downarrow$  C ohne  $\vartheta$ -Einschränkung zweideutig D im heißeren unempfindlicher
- T93** 34 °C + 41/60 · (40 °C - 34 °C) = 38.1 °C
- T94** 1 °C/2° a=25 b=45 c=53 d=65 Zeiger=22.5

~~~~~ **Längenausdehnung** ~~~~~

- T140** 64%Eisen+36%Nickel
- T141** Meter lässt sich herauskürzen:
- $9 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} = 9 \cdot \frac{10^{-6} \text{ m}}{\text{m} \cdot ^\circ\text{C}} = 9 \cdot 10^{-6} \frac{1}{^\circ\text{C}}$
- T142** Eva: 3.994248 m logisch korrekt Adam: 3.994240 m physikalisch akzeptabel, da relativer Fehler viel kleiner als Genauigkeit der gegebenen Daten
- T143a** Alu um (46 - 24) mm = 22 mm
- T143b** 2.727 m **T144** 2.94 m **T146** 125 °C
- T148** 180 μm **T150** 58.824 m
- T151** $l = l_{20} + 2070 \mu\text{m} = 1.80207 \text{ m}$ **T152** 526 °C
- T153a** $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta \vartheta = 270 \mu\text{m}$
- T153b** je Platin-Stab: 216 μm je Alu-Stab: 432 μm gesamt: 0
- T154** $\Delta l = 1 \text{ mm}$ $s = 12.7 \text{ mm}$
- T155** $\Delta \varnothing = 14.2 \cdot 10^{-6} \cdot 805 \text{ K} \cdot 17.5 \text{ mm} = 0.200 \text{ mm}$
- T156** $\alpha \leq 18 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- T157** $l_0 = 702.11 \text{ mm}$ Kupfer $l = 702.2792 \text{ mm}$ 714 °C
- T158** bei $d \approx 455 \text{ mm}$ und $\Delta \vartheta = 20^\circ$: $U = 1429 \text{ mm}$
- $\Delta U = 0.343 \text{ mm}$ $\Delta d = 0.1092 \text{ mm}$ unkritisch
- T160a** 5023 mm **T160b** 5046.1058 mm 5046 mm
- T160c** mit/ohne Verlängerung der vorangegangenen Verlängerung
- T161** $1.5 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ **T162a** je 1.000012
- T162b** $1.000012^3 \approx 1 + 3\alpha \cdot ^\circ\text{C}$ **T164a** etwa 3108 ℓ
- T164b** etwa 52 ℓ
- T164c** 34 18 Volumen ist unerheblich, da Masse und Heizwert unverändert
- T166** $\Delta \vartheta = 55 ^\circ\text{C}$ $\Delta l = 13,2 \text{ mm}$ $l = 19,9868 \text{ m}$

Gase

~ **Konstanter Druck & absolute Temperatur**

- G0a** heftigere Bewegung derselben Teilchen vs. mehr Teilchen
- G0b** Das Volumen eines Gases wird durch das Gefäß vorgegeben, braucht gar nicht mit der Temperatur zusammenzuhängen.
- G0c** Druck, Volumen, Temperatur

| | const | steig. | stgt/flt | |
|------------|-------|--------|----------|---|
| G0d | V | T | steigt | p |
| | p | T | steigt | V |
| | T | V | fällt | p |
| | p | V | steigt | T |

G1a 2

- G1b** sie liegen auf Geraden durch (-273|0)
 - G1c** die Geraden werden Ursprungsgeraden → einfacher
 - G2a** ideal: -273 °C **G2b** nein
 - G2c** halbes, doppeltes, 27-faches
 - G2d** an derselben Stelle **G3a** heftigere Bewegung
 - G3b** Stillstand der Teilchen
- | | K | 0 | 273 | 255.2 | 310 | 47.11 | 355.2 |
|-----------|----|--------|-----|-------|------|----------|-------|
| G4 | °C | -273 | 0 | -17.8 | 37 | -225.89 | 82.22 |
| | °R | -218.4 | 0 | -14.2 | 29.6 | -180.712 | 65.78 |
| | °F | -459.4 | 32 | 0 | 98.6 | -374.602 | 180 |
- G5a** 273 K
 - G5b** -273 °C **G5c** 303 K **G5d** -243 °C
 - G5e** 173 K **G5f** 27 °C **G5g** 3796 K
 - G5h** 5519 °C **G5i** 20 K **G6** $V(0^\circ\text{C}) = 67.53 \text{ cm}^3$
 - G7** das sind 36,5 °C, ganz normal, kein Fieber
 - G8a** 19.229 cm³ **G8b** auf 162.78 K um 130.22 °C
 - G9a** 338 K **G9b** 43 K
 - G10** 32 cm³ 1000 K 24.61 360 cm³ 49697 K
 - G11** beide: ja, Gerade mit Nullstelle bei -273
 - G12** $V_2 = 11 + 491 \text{ mm}^3$ $h_2 = 16.38 \text{ cm}$
 - G14** 450 K (400 K, 350 K)
 - G16** $h_{neu} = \frac{273+45}{273+15} \cdot h_{alt} = 47.48 \text{ mm}$
 - G18** 2 · 300 K, 327 °C **G20b** 167 °C
 - G20c** bei Hochdruck zu kleine Anzeige
 - G21a** Skalierung 3K pro Winkelgrad außen: 300 und 420 innen: -120 und 0
 - G21b** 570 K bzw. 297 °C
 - G21c** von der 300 K-Markierung aus 100° gegen UZS, ca. 6 mm über der Oberkante des K
 - G22** $V_{neu} = 652.083 \text{ m}^3 \cdot \frac{652-600}{652} = 7.975\%$
 - G23** [°C] oben: 17 °C + $\frac{38 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \cdot 25 ^\circ\text{C} = 36 ^\circ\text{C}$ unten: $\frac{108 \text{ mm}}{90 \text{ mm}} \cdot 315 \text{ K} = 378 \text{ K} \hat{=} 105 ^\circ\text{C}$
 - G24** 30 mm³/21 mm³ · 280 K = 400 K
 - G26** 50/300 · 60 cm³ = 10 cm³
 - G28** $T_2 = 3T_1 = 3 \cdot 323 \text{ K} = 969 \text{ K} \hat{=} 696 ^\circ\text{C}$
 - G30** -18 °C $\hat{=} 255 \text{ K}$ 38 °C $\hat{=} 311 \text{ K}$

~~~~~ **Konstante Temperatur** ~~~~~

- G80** 4 bar **G82** 41 **G84** (236.92 - 8) l
- G86** 75 ml einsaugen, Hahn zu, zus.drücken, warten
- G88** verdoppelt (+25%)
- G90**  $V_{0m} = V_{3m} \cdot \frac{p_3}{p_0} = 1.3V_3$   $V_3 = 0.524 \text{ mm}^3$
- $V_0 = 0.681 \text{ mm}^3$   $d_0 = 1.091 \text{ mm}$
- G92** 17.543 °C

~ **Volumen, Druck und Temperatur variabel**

- G140** 262.5 kPa
- G141a** 100 kPa ·  $\frac{432 \text{ K}}{300 \text{ K}} \cdot \frac{200 \text{ ml}}{80 \text{ ml}} = 360 \text{ kPa}$
- G141b** 100 kPa ·  $\frac{200 \text{ ml}}{80 \text{ ml}} = 250 \text{ kPa}$  **G142** 3.439 bar
- G143a**  $p = \text{const}$   $V_2 = 90 \text{ cm}^3 \cdot \frac{301}{258} = 105 \text{ cm}^3$
- G143b**  $V = \text{const}$   $p_2 = 102 \text{ kPa} \cdot \frac{301}{258} = 119 \text{ kPa}$
- G144a** 948.4 hPa
- G144b**  $A = 3150 \text{ cm}^2$   $F = \Delta p \cdot A = 2034.5 \text{ N}$

- G144c**  $V_K = 1261 \quad \Delta V_{warm} = 8.581 \quad \Delta V_{kalt} = 8.031$
- G145**  $p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 2 \text{ bar} \cdot \frac{303}{278} = 2.1799 \text{ bar}$
- G146**  $1.29 p_0$
- G147**  $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2} \quad T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} = 300 \text{ K} \cdot \frac{0.25}{1.6} \cdot \frac{60}{12} = 234.375 \text{ K} \quad \vartheta_2 = -38.625 \text{ °C}$
- G148**  $8.526 \text{ mm}^3$
- G149**  $30 \text{ °C} \rightarrow -20 \text{ °C}$  entspricht  $303 \text{ K} \rightarrow 253 \text{ K}$   
 $V_{neu} = V_{alt} \cdot \frac{253 \text{ K}}{303 \text{ K}} = 334 \text{ ml}$
- G266a**  $\Delta p = 3.3 \text{ bar}$  **G266b** richtig,  $p \sim T$
- G268a**  $\Delta p = 15.909 \text{ mbar}$
- G268b** falsch, z.B. erkennbar an p(V)-Hyperbel
- G269a**  $V = 309 \text{ ml}$  **G269b**  $V = 313.077 \text{ ml}$
- G269c**  $V = 351 \text{ ml}$
- G270**  $n_{A,B} = \frac{p_{A,B}}{T_{A,B}} \cdot \frac{V}{R} \quad n_A = 164.609 \frac{\text{kPa}}{\text{K}} \frac{V}{R}$   
 $n_B = 165.017 \frac{\text{kPa}}{\text{K}} \frac{V}{R} \quad \rightarrow \text{B ist schwerer}$
- G274a**  $F_0 = 7.85 \text{ N}$
- G274b**  $p_{20} \approx 3 \text{ bar} \quad V_{20} = 267 \text{ ml} \quad F_{20} = 2.6 \text{ N}$
- G274c**  $V_t = 50 \text{ cm}^3 \quad p_t = p_0 \cdot \frac{V_0}{V_t} = 16 \text{ bar} \quad t = 150 \text{ m}$
- G278**  $1 - \frac{n_2}{n_1} = 1 - \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} = 25\%$
- G280**  $T_K/T_W = 0.75 = n_W/n_K = \rho_W/\rho_K$   
 $F_A = 3925 \text{ N} = 400 \text{ kg} \cdot g$
- G284a**  $10 \text{ mm}$  **G284b**  $214.56 \text{ mm}$
- G284c**  $43.2 \mu\text{m}$

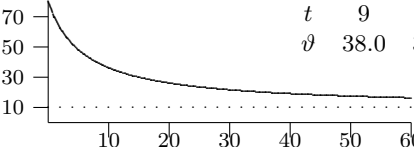
**Wärme**

~~~~~ **Wärmekapazität** ~~~~~

- W2a** Zylinder, Schnur **W2b** anhängende Masse
- W2c** sonst Reibung ungleich Gewicht
- W2d** Umfang, Anzahl Umdrehungen
- W3a** Eimer nicht beschleunigt \rightarrow übt Gewichtskraft
 $F_G = 200 \text{ N}$ auf Seil aus Geräusch durch Reibung des Seils auf Rohr
 ohne Reibung nur $F_{Zug} = F_G = 200 \text{ N}$ nötig
 mit Reibung zusätzlich Reibungskraft F_R zu kompensieren
 $F_R = F_{Zug} - F_G = 60 \text{ N}$
- W3b** Ja, Rohr und Seil erwärmen sich durch die Reibung.
- W3c** $W = 200 \text{ N} \cdot 1,70 \text{ m} = 340 \text{ J}$
- W3d** $W = 260 \text{ N} \cdot 1,70 \text{ m} = 442 \text{ J}$
- W3e** $W = 60 \text{ N} \cdot 1,70 \text{ m} = 102 \text{ J}$ oder: $W = 442 \text{ J} - 340 \text{ J}$
- W4** Die Wärmeverluste an die Umgebung werden so verrechnet, als ob der Zylinder sie aufgenommen hätte.
- W6** 19 °C **W8** 24300 J **W10** $1.3 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$
- W12a** 19 °C **W12b** 400
- W13a** pro Grad $2160 \text{ J} : 12 = 180 \text{ J}$ für 16 °C dann $180 \text{ J} \cdot 16 = 2880 \text{ J}$
- W13b** pro Gramm $2160 \text{ J} : 200 = 10.8 \text{ J}$ für 250 g dann $10.8 \text{ J} \cdot 250 = 2700 \text{ J}$
- W13c** pro Gramm und Grad $2160 \text{ J} : 200 : 12 = 0.9 \text{ J}$ für 300 g und 20 °C dann $0.9 \text{ J} \cdot 300 \cdot 20 = 5400 \text{ J}$

- W14** $W = 275.52 \text{ kJ} \quad t = 460 \text{ s} = 7 \text{ min} 40 \text{ s} \quad 16^{49}$
- W16** $c_{Fl.} = 4680 \frac{\text{J}}{\text{K}} \quad W_{Glas} = 10080 \text{ J} \quad W_{Saft} = 88200 \text{ J}$
 $W_{ges} = 98280 \text{ J}$
- W18a** $U = 9.425 \text{ cm} \quad W = 332.8 \text{ J} \quad \Delta \vartheta = 2.8 \text{ K}$
 $c_{Fe} = 0.4755 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$
- W18b** Mit-Erwärmung sonstiger Körper
- W18c** 4.5 cm **W18d** zu i) 21.97 °C zu ii) 21.03 °C
- W20** $\rho_{Al} = 2.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad m = 1382.4 \text{ g} \quad W = 311.04 \text{ J}$
- W22** 34 °C **W24** Topf: 21%
- W26** $W_{kin} = 540 \text{ kJ} \quad \Delta \vartheta = 150 \text{ K}$
- W27a** $W = F \cdot s = 520 \text{ J}$
- W27b** weniger Reibung, wenn glitschig
- W28b** $3c_{Pb} = c_{Cu}$
- W29** $0.00103 \frac{\text{kJ}}{\text{g} \cdot \text{°C}} = 1030 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{°C}} = 1.03 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

~~~~~ **Mischungsaufgaben** ~~~~~

- W80**  $0.222 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$  **W81a**  $45 \text{ °C}$  **W81b**  $84 \text{ °C}$
  - W81c**  $27 \text{ °C}$  **W81d**  $80 \text{ °C}$  **W81e**  $333 \text{ K}$
  - W82a**  $51.25 \text{ °C}$  **W82b** dieselbe **W82c** dieselbe
  - W84**  $3001$  **W86**  $482.7 \text{ °C}$  **W87**  $55 \text{ °C}$
  - W88**  $\vartheta[\text{°C}](t[\text{min}]):$
- |             |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|
| $t$         | 1    | 2    | 3    | 4    | 6    |
| $\vartheta$ | 70.0 | 62.5 | 56.7 | 52.0 | 45.0 |
| $t$         | 9    | 15   | 30   | 45   | 60   |
| $\vartheta$ | 38.0 | 30.0 | 21.7 | 18.2 | 16.4 |
- 

- W90a**  $6930 \text{ J}$  **W90b**  $80.5 \text{ °C}$  **W91a**  $45.833 \text{ °C}$
- W91b**  $58.525 \text{ °C}$
- W92**  $\Delta W_{Fe} = 2182.5 \text{ J} \quad \Delta W_W = 1764 \text{ J}$   
 $\Delta W_{Glas} = 418.5 \text{ J} \quad c_{Glas} = 0.775 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$

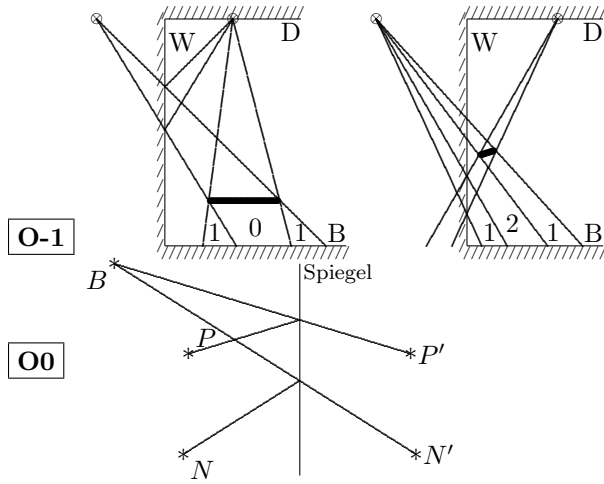
~~~~~ **Aggregatzustandsänderung** ~~~~~

- W140** Helium: $-272 / -269$ Wolfram: $3410 / 5660$
 Diamant: $3550 / 4827$
- W142** $60 \frac{\text{J}}{\text{g}}$ **W144a** 271 J **W144b** 129 J
- W146a** 393.75 s
- W146b** $393.75 \text{ s} + 282.8 \text{ s} = 676.55 \text{ s}$ **W148** 950 MJ
- W150a** 334 kJ **W150b** 420 kJ **W150c** 2257 kJ
- W152a** 5.90 °C **W152b** 4.24 °C
- W154** $\rho_{Eis} = 0.917 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \quad \Delta W_{Saft} > 16464 \text{ J}$
 $\Delta W_{Wuerfel} = 2960 \text{ J} \quad n > 5.6$
- W156a** 187.878 kg **W156b** 185.556 kg
- W156c** ∞ **W156d** ∞
- W158** Temp[°C]: $30 \ 150$ Kap[$\frac{\text{J}}{\text{gK}}$]: $1.2 \ 3.0 \ 0.6$ Umw.e[$\frac{\text{J}}{\text{g}}$]: 180
- W159** $64500 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 6.45 \frac{\text{kJ}}{\text{mg}}$
- W160a** $\vartheta = 0 \text{ °C} \quad m_{Eis} = 31 \text{ g} \quad m_W = 489 \text{ g}$
- W160b** 1067 g **W160c** 92 g **W160d** 5308 g
- W162** Wasser: $+9\%$

~~~~~ **Vermischtes** ~~~~~

- W220a**  $3.456 \text{ MJ}$  **W220b**  $27.41$
- W226a**  $W = 2.16 \cdot 10^{18} \text{ J} \quad P = 6.84 \cdot 10^{10} \text{ W}$   
 $A = 1711 \text{ km}^2$

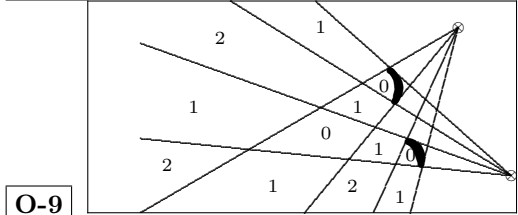
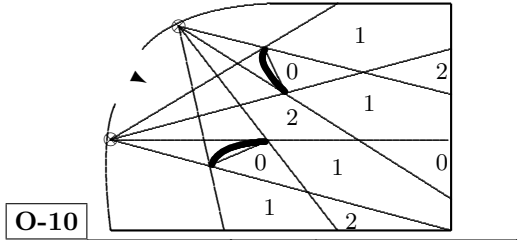
- W226b**  $a = 41.37 \text{ km}$     **W226c** ca. 100
- W280a** 218.75 J    **W280b** 69.44 °C
- W280c** Sand übernimmt Wärme    **W280d** 1367.2 N
- W282a**  $W_{Lage} \rightarrow W_{Bew.} + W_{inn.}$
- W282b**  $mgh = c_w m \Delta\vartheta$      $\Delta\vartheta = 0.234 \text{ °C}$
- W282c**  $\Delta\vartheta = \frac{gh - \frac{1}{2}v^2}{c_w} = 0.226 \text{ °C}$     **W282d** 3.26%
- W284**  $gh = c\Delta\vartheta$      $h = 13.25 \text{ m}$
- W286**  $W_{vor} = 9 \text{ mJ}$      $W_{nach} = 6 \text{ mJ}$     33 $\frac{1}{3}$ % Verlust
- W288**  $\Delta\vartheta = 50.2 \text{ °C}$      $\Delta W = 8132.53 \text{ J}$
- W290** Erwärmung bei  $p = const$  erfordert zusätzl. Arbeit zur Volumen-Ausdehnung gegen äußeren Druck
- W292a**  $V_{Luft} = 444501$      $m_{Luft} = 57785 \text{ g}$   
 $c_{gesamt} = 99785 \frac{\text{J}}{\text{K}}$      $\vartheta_M = 41.6^\circ$
- W292b** Verdunstung, Verluste nach außen



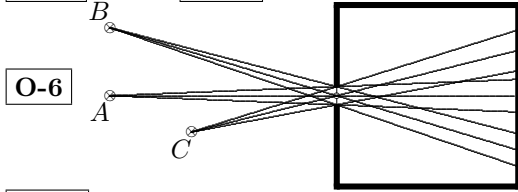
~~~~~ **Brechung** ~~~~~

Optik

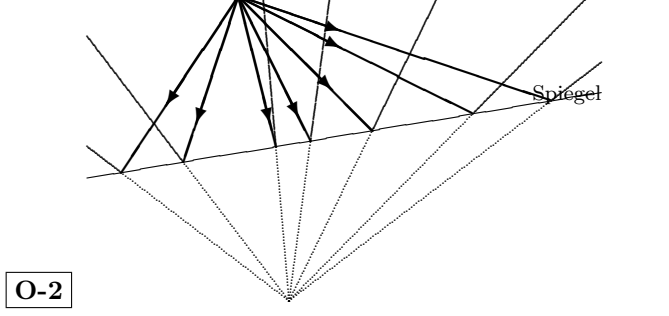
~~~~~ **Countdown aus Klasse 7** ~~~~~



- O-10**
- O-9**
- O-8a**  $s = \frac{w}{a} \cdot b = 77 \text{ cm}$     **O-8b**  $a = \frac{b}{s} \cdot w = 30.8 \text{ cm}$
- O-7a** 500 s    **O-7b** 810 000 000 km



- O-6**
- O-6b**  $|AB| = 15 \text{ mm}$      $|A'B'| = 12 \text{ mm} = 0.8 \cdot |AB|$
- O-6c** für C größter Fleck
- O-5**  $> \frac{30}{30+50} \cdot 16 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$
- O-4**  $B = G \cdot \frac{b}{g} = 10 \text{ cm}$     **O-3a**  $b = 30 \text{ cm}$
- O-3b**  $B = 4 \text{ cm}$     **O-3c**  $g = 4 \text{ m}$     **O-3d**  $G = 27 \text{ cm}$

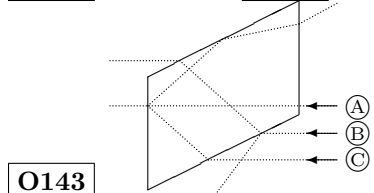


**O-2**

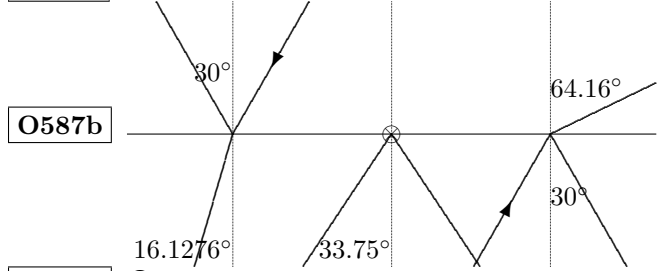
- O2** im Schnittpunkt der Verlängerungen der Linien vom Auge aus, 11mm genau unter linkem Ende des Wasserspiegels
- O3** in Blickrichtung, denn Lichtwege sind umkehrbar
- O4a** 40°    **O4b** 58°    **O6a** 13° - 7° = 6°
- O6b** 56° - 25° = 31°    **O6c** 60° - 41° = 19°
- O8a** (90° - 29°) + (90° - 40°) = 111°
- O8b** über Schnittpunkt mit  $y = x - 10$ : 37°
- O8c** über Schnittpunkt mit  $y = 90 - x$ : 53°
- O12** Versatz/mm: 19.2 ( 33.2 , 9.7 )
- O14** Diamant hat höhere    **O16** 41.9°
- O18** Unterschied Glas-Wasser kleiner als Luft-Glas
- O20a**  $\alpha_{L1} = 36^\circ$      $\alpha_{G1} = 23^\circ$      $\alpha_{G2} = 30^\circ$      $\alpha_{L2} = 49^\circ$
- O20b** 31.6°    **O20c** 42°
- O22a**  $\alpha_{L1} = 72^\circ$      $\alpha_{G1} = 39^\circ$      $\alpha_{G2} = 13^\circ$      $\alpha_{L2} = 19^\circ$
- O22b** 49 mm    **O24** ähnlich wie Fisch&Indianer

~~~~~ **Totalreflexion** ~~~~~

- O140** 49° 25° **O142** ergäbe: 41.3°



- O143**
- O143c** $\alpha_L = 63.4^\circ$ $\alpha_D = 21.7^\circ$
- O587a** Reflexion und Brechung



O587d Ⓑ

- O150** in einem 49°-Sichtkegel: die Welt über Wasser; überlagert vom Spiegelbild des Beckenbodens und der Wände auf ganzer Fläche

Linsen

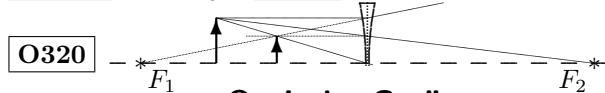
- O204a** 12.5° **O204b** 9 cm **O206** wird größer
- O210** Bündelung in $S(40|-10)$ in mm bzgl. Linsenmitte
- O212** mm-Koord.system für diese und ähnliche Aufgaben:
x-Achse=optische Achse in Strahlrichtung
y-Achse=in Mittelebene nach oben
Abkürzungen:
BS,PS,MS: Brenn-, Parallel-, Mittelpunkt-Strahl
ME,BE: Mittel-, Brenn-Ebene
S: Strahlenschnittpunkt
 $S(60|42)$
- O214** gemeinsamer Brennpunkt und Brennweiten 5 : 2
- O218** Bündel wird verengt

Vermischtes

- O580a** virtuell **O580b** $b = -18\text{ mm}$ $B = -10\text{ mm}$
- O581a** $b = 37.5\text{ cm}$ $B = 18\text{ cm}$ reell
- O581b** $b = -30\text{ cm}$ $B = 36\text{ cm}$ virtuell
- O582a** Konvex- bzw. Konkavlinse
- O583** dpt=Dioptrie Größe: Brechkraft Brennweite
- $f = \frac{1}{4\text{dpt}} = \frac{1}{4}\text{ m}$ Sammellinse
- O588** $b = 15\text{ mm}$ $B = 7.5\text{ mm}$

Abbildung durch Linsen

- O281a** 1=onvex 2=Brennweite 3=28 4=optische 5=Achse
- O281b** $(44|-20)$ **O281c** unscharfes Bild
- O283a** $G = 18\text{ cm}$ **O283b** $g = 45\text{ cm}$
- O284** $b = 55\text{ mm}$ $B = 30\text{ mm}$
- O286** $b = 40\text{ mm}$ $B = 2\frac{2}{3}\text{ cm}$ b bleibt gleich
- O282** $b = 84\text{ mm}$ $B = 35\text{ mm}$
- O290** $(75|-24)-(75|15)$ **O292** $b = 4.5\text{ cm}$ $f = 3\text{ cm}$
- O294** $g = 7.5\text{ cm}$ **O296** $b = 45\text{ mm}$
- O298** $b = 24\text{ cm}$ $B = 3\text{ cm}$ **O300a** $(-5|-6\frac{2}{3})$
- O300b** $(5|-6\frac{2}{3})$ **O302** 35.95 mm



Optische Geräte

- O500** $f = 33.53\text{ mm}$
- O502** $b = 40.54\text{ mm}$ ($B = 25.68\text{ mm}$) $G = 1.48\text{ m}$ 42 cm weg
- O504** $\lim_{g \rightarrow \infty} b = f$ ist praktisch erreicht
- O506** CCD-Chip statt Photofilm **O508** näher
- O510** kurzsichtig
- O511** 1=Konvex 2=Auge 3=Brennweite 4=Glas 5=der Netzhaut 6=dem Film 7=Iris 8=Blende 9=verringert 10=erhöht 11=Kameras 12=Verschluss 13=ein Lid 14=lange 15=verwackelt
- O514** 12.5 dpt **O516** 25 cm
- O518** $f = 19.05\text{ cm}$ $b = 21.3\text{ cm}$
- O519** $b = -12\text{ cm}$ $B = 40\text{ mm}$ **O520a** 3
- O520b** $g = 3\text{ cm}$
- O522** ein Fernrohr verdichtet Strahlenbündel
- O524** gemeins. Brennpunkt, kürzere Bauform, aufrechte Bilder
- O526** auf 31.5°
- O529** 1=Konvex 2=Objektiv 3=reelles 4=virtuelles 5=Okular 6=außerhalb 7=innerhalb 8= $\alpha \cdot \beta$
- O530** 9 cm