

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** $a = \Delta v / \Delta t = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}} / 8 \text{ s} = 0.75 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$
- 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
- K23a** $a = \Delta v / \Delta t = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ **K23b** $a = F / m = 2.2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

Federdehnung

- 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 $0.55 \frac{\text{N}}{\mu\text{m}}$ **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 **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
- K96a** $D = 10 \text{ N} / 25 \text{ mm} = 4 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ **K96b** 220 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 $200\,000$ 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 **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 |
| Mars: | 704.9 | 126.14 | 2504.25 |
| Jup.: | 4392.8 | 786.08 | 15606.00 |
| Plu.: | 136.8 | 24.48 | 486.00 |
- K200** $F_G[\text{N}]$:
 - K202** 278 g **K204** $21.605 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ **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** $A = 0.06237 \text{ m}^2$ $m = 4.99 \text{ g}$ $F = 0.150 \text{ N}$
- K220a** $F = m \cdot g = 34.335 \text{ N}$
- K220b** $g = F/m = 3.7 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ **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** $m = 50 \text{ g}$ $F_G = m \cdot g = 0.49 \text{ N}$

Waagen

- K280** $5 \text{ N} \rightarrow 509.7 \text{ g}$ **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

Kraftvektoren

- K341** $(45 \text{ mm}|5 \text{ mm})$ $(35 \text{ mm}|0 \text{ mm})$ **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** $(0 \text{ mm}|20 \text{ mm})$ $(-10 \text{ mm}|20 \text{ mm})$
 $(-5 \text{ mm}|5 \text{ mm})$ **K348** 3.66 N
- K349** $F_{\text{Kette}} = 7.04 \text{ N}$ $F_{\text{Feder}} = 2.78 \text{ N}$ $s = 5 \text{ mm}$
- K350** 60° gegen Horizontale geneigt
- K352** $F_{\text{Kopf}}/F_{\text{Fichte}} = \tan(33.69^\circ)$ $F_{\text{Fichte}} = 90 \text{ N}$
- 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** $F_N = 4.68 \text{ N}$ **K360a** $\begin{pmatrix} 32 \\ -7 \end{pmatrix}$ **K360b** $\begin{pmatrix} 15 \\ -10 \end{pmatrix}$
- K362** 4.25 N **K364** $F_y \hat{=} 10 \text{ cm} \sin(\alpha)$
- 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° **K368** 64.056°
- K370a** gleiche Komponenten \perp Weg:
 $300 \text{ N} \cdot \sin(58^\circ) = 254 \text{ N} \stackrel{!}{=} ? \cdot \sin(42^\circ)$ $? = 380 \text{ N}$
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

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
- 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 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 $120 \text{ N} \downarrow$ 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** $s = f_H mg/D = 8.4 \text{ cm}$
- K999**

	A	B	C	D	E
1	2	6	6	6	
2	1	3		5	8
3	4		6	0	3
4	1	0	9		5
5		4	2	8	6

Druck

Stempeldruck

- D2** $p = 8.5 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 85 \text{ kPa}$ **D3** 140000 N
- D4** $16 \frac{2}{3} \text{ kPa}$ 4 cm^2 43200 N 52 mN $54 \mu\text{N}$ $833 \frac{1}{3} \text{ MPa}$ 70 N
- D5** $0,0457$ $0,92$ 770000 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** $p = F/A$ $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
- D15a** 360 N **D15b** 16.5 cm^2
- D15c** N_2O 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**  $701 \text{ cm}^2$     **D80b**  $175 \text{ N}$
- 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**  $90 \text{ N}$  (Faktor:  $833\frac{1}{3}$ )    **D82b**  $75 \text{ kPa}$
- D82c**  $48 \mu\text{m}$     **D83a** auf  $\textcircled{G}$     **D83b**  $200 \text{ N}$
- D83c**  $50 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
- D84b**  $F_{\text{Buch}} = m \cdot g = 23.152 \text{ N}$      $F_{\text{Lehrer}} = \frac{A_{\text{Lehrer}}}{A_{\text{Buch}}} \cdot F_{\text{Buch}} = 5.145 \text{ N}$
- D84c** nach oben  $s_{\text{Buch}} = \frac{A_{\text{Lehrer}}}{A_{\text{Buch}}} \cdot s_{\text{Lehrer}} = 2 \text{ mm}$
- D86b**  $24 \text{ kN} \hat{=} 2446.5 \text{ kg}$     **D86c**  $1 \text{ mm}$
- 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** $\text{Durchm.} = 15 \text{ mm}$ $A = 1.767 \text{ cm}^2$ 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**  $2.40 \text{ m}$     **D203**  $\varrho = p/(gh) = 1.7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- D204**  $\rho = 1.45 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$  Honig    **D206a**  $1079.1 \text{ bar}$
- D206b**  $12.95 \text{ MN}$     **D207**  $h = p/(\varrho \cdot g) = 1176.2 \text{ m}$
- D208**  $29160 \text{ Pa}$
- D209**  $\Delta p = \varrho \cdot g \cdot 2s = 1.1207 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$   
 $p = p_0 + \Delta p = 11.1207 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2}$
- 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**  $p = \rho gh = 70632 \text{ Pa} = 0.706 \text{ bar}$
- D216**  $F_{Hg} = 2.943 \text{ mN}$      $p_{Hg} = 14.715 \text{ mbar}$

- D218**  $p = \rho gh = 52.974 \text{ mbar}$      $F = p \cdot A = 1.58922 \text{ N}$
- D220**  $158922 \text{ Pa} = 1.58922 \text{ bar}$
- 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**  $1.0329 \text{ kg}$
- D342b**  $980.665 \text{ hPa}$
- D342c**  $1 \text{ atm} = 1.0332 \text{ at}$      $1 \text{ at} = 0.9678 \text{ atm}$
- D342d** ca.  $3.4 \text{ ata}$
- D346** messen, wie viel Gewichtskraft nötig ist, um Kolben auszuziehen    daraus  $p$  berechnen
- D348** Tiefe:  $10 \text{ m}$  Höhe:  $\infty$
- D350**  $18639 \text{ Pa} = 186.39 \text{ mbar}$

~~~~~ **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** $m_{\text{Öl}} = 8.51 \text{ kg}$ $m_{\text{ges}} = 9.71 \text{ kg} < m_{\text{verdr}} \rightarrow \text{ja}$
- 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** $F_{A, \text{Nordsee}} = F_G = F_{A, \text{Elbe}}$
 $(V - \Delta V) \cdot \rho_N = V \cdot \rho_E$ $\rho_N = \rho_E \cdot \frac{V}{V - \Delta V} = 1.03 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
- 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: $F_{G, \text{Stein}} + F_{G, \text{Holz}} = A h \rho_W g$

D422 $mg + F_{Seil} = \frac{2}{3}V\rho_Wg$ $F_S = 245.25\text{ N}$
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: $F_G = 1116\text{ N}$ $F_{A,max} = 1595\text{ N}$
 $F_{Trag} = 478\text{ N}$ $F_{5Pers} = 3433.5\text{ N}$ $n > F_{5P}/F_{Trag} = 7.18$
D430 Stein: nimmt ab Holz: bleibt gleich
D432 $F_A = 10.791\text{ N} > F_G = 8.3385\text{ N} \rightarrow$ 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 $F_A = \rho_{\ddot{O}l} Vg = 2.747\text{ N}$ $F_{St} = \rho_{St} Vg = 9.810\text{ N}$
 $F_{Boden} = F_{St} - F_A = 7.063\text{ N}$
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 $m_{St} = F_{St}/g = 5.28\text{ g}$ $F_A = \Delta F = 11.6\text{ mN} =$
 $V\rho_{Azg} \Rightarrow V = 1.4949\text{ cm}^3$ $\rho_{St} = \frac{m_{St}}{V} = 3.53 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$
 (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 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 $F_A = n \cdot 1\text{ kg} \cdot g$ $F_G = (50\text{ kg} + n \cdot 35\text{ g}) \cdot g$
 $F_A \stackrel{!}{>} F_G$ $n > \frac{50}{1-0.035} = 51.813 \rightarrow n \geq 52$
D455b kleiner, da pro Flasche durch zusätzliches
 Volumen auch zusätzlicher Auftrieb
D455c Gewicht und Volumen der Schnüre, Eindellung
 der Flaschen, zusätzliches Luftvolumen über 1 Liter
 abgefülltem Sprudel
D456a $h = p/(\rho \cdot g) = 1176.2\text{ m}$
D456b $V_{Boot} \cdot \rho_{Meer} = 12792\text{ t}$
D457a $V_{ges,Krug} = V_{Glas} + V_{Fuellraum} = 4000\text{ cm}^3$
 vollst. eingetaucht: $m_{verdr.} = 4000\text{ g}$ $m_{Regen} = 300\text{ g}$
 $V_{Regen} = 300\text{ ml}$
D457b $V_{ges,Krug} = V_{Glas} + V_{Fuellraum} = 4000\text{ cm}^3$
 vollst. eingetaucht: $m_{verdr.} = 5600\text{ g}$ $m_{Regen} = 1900\text{ g}$
 $V_{Regen} = 1583\text{ ml}$

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 Kiefern gelenk 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=südafr. 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 $M_{Pedal} = 11\text{ kNm}$ $F_{Kette} = 916.7\text{ N}$
 $M_{Hinterrad} = 6417\text{ Ncm}$ $F_{Mantel} = 221\text{ N}$ 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 ↑ 30 N ↓ 10 N ↓

~~~~~ **Flaschenzug** ~~~~~

- M140** Kräfte in 

|     |    |     |     |
|-----|----|-----|-----|
| Nr. | a) | b)  | c)  |
| A   | 4  | 125 | 135 |
| B   | 3  | 167 | 173 |
| C   | 2  | 250 | 260 |

  
0.1 kg · g ≈ 1 N

- M142** 60 N **M144** 2n
- M146**  $F_{Bef.} = 1.8 \cdot F_{Seil} (= 2 \cdot F_{Seil} \cdot \cos(27^\circ))$

- 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)  |
| D   | 4  | 125  | 140 |
| E   | 8  | 62.5 | 80  |
| F   | 4  | 125  | 120 |

  
0.1 kg · g ≈ 1 N

- 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 kg : 8 = 27 kg

- M156c** Zugkraft: (216 + 2) kg : 8 = 27,250 kg Belastung: 27,25 kg + 216 kg + 2 · 2 kg = 247,25 kg

- M156d** 80 cm · 8 = 6,40 m

- M156e** mit **A** an Motorblock und Ziehen an **B** → Faktor 9, aber unergonomische Zugrichtung nach oben

**M998**

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| 1 | 6 | 9 | 6 | 9 | 9 | 1 | 8 | 7 |   |   |
| 2 | 2 | 0 | 5 | 5 | 4 | 0 | 0 | 8 |   |   |
| 3 | 9 | 0 | 6 | 2 | 6 | 1 | 0 | 1 | 3 |   |
| 4 | 7 | 2 | 6 | 3 | 3 | 7 | 2 | 2 | 1 |   |
| 5 | 7 | 6 | 3 | 4 | 7 | 6 | 4 | 5 |   |   |

**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 : $s_1 \cdot F_1 = \frac{\alpha}{360^\circ} U_1 \cdot (F_1) = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi r_1 \cdot (r_2 \cdot F_2) = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot 2\pi r_2 \cdot F_2 = \frac{\alpha}{360^\circ} \cdot U_2 \cdot F_2 = s_2 \cdot F_2$

- 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: $l_L = 5.4 \text{ m}$ $h_L = 1.50 \text{ m}$
 $h_L F_L = 45 \text{ kg} \cdot m \cdot g = h_S F_S$

- 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**  $n = 23$

- E72a** 7.118 MJ **E72b** 116.543 kJ **E74a** 748.7 kJ

- E74b**  $\rho_{Fe} = 7.86 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$   $V = 2.016 \text{ m}^3$   $m = 15.846 \text{ t}$   
 $W = 186.5 \text{ kJ}$

- E76** 311.2 MJ **E78**  $W = mgl/2 = 2354.4 \text{ J}$

- E80** alle Wege kosten 18995.2 J

- E82a**  $W_{0 \rightarrow 1} = 0.75 \text{ J}$   $W_{1 \rightarrow M} = 5 \text{ J}$

- E82b** [J]: 0.25 + 0.70 + 1.05 + 0.80 = 2.8

- E82c**  $x \text{ cm}^2 \hat{=} x \text{ J}$

~~~~~ **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** $\frac{1}{2} \cdot 97 \cdot 10^6 \text{ kg} \cdot (\frac{5}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}})^2 = 93.557 \text{ MJ}$

- E122** $W = \frac{1}{2} m v^2 \Leftrightarrow m = \frac{2W}{v^2}$ $m = \frac{2 \cdot 833}{7^2} \text{ kg} = 34 \text{ kg}$

- 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 | $W = Fs = 105 \text{ J} = \frac{1}{2}mv^2 \quad v = 5.916 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| E137b | $\Delta t = \Delta v/a = \Delta v \cdot m/F = 5.07 \text{ s}$ |
| E137c | $a = F/m = 1.167 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad v = at = 17.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| 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 | $a = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \Delta v = 1.6 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad v = 1.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| E146b | $v = -1.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ E146c $F = 37.5 \text{ mN}$ |
| E148a | $W_0 = 15 \text{ mJ} \quad \Delta W = 12 \text{ mJ} \quad 0.26833 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| E148b | $0.089443 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ E148c $F = 375 \text{ mN}$ |
| E150 | 0.5 J |
| E152 | $W_1 = 2600 \text{ J} \quad W_{50} = 130 \text{ kJ} = 1.625 \cdot 80 \text{ kJ}$ |
| E154 | 91.63 kJ E156 68.984 MJ E158 53.33 m |
| E160a | $W_{kin} = F \cdot s = 0.15 \text{ J} \quad v = \sqrt{2W/m} = 86.6 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ |
| E160b | $a = F/m = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \Delta t = v/a = 0.69282 \text{ s}$ |
| E160c | $a = F/m = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad v = 1.875 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ |
| E160d | $W = \frac{1}{2}mv^2 = 0.703 \text{ J} \quad s = W/F = 1.40625 \text{ m}$ |
| 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 MJ - 8.85 MJ = 70.80 MJ |
| E168 | $W_{40 \rightarrow 60} = 1 \frac{1}{4} \cdot W_{0 \rightarrow 40}$ |

Spannarbeit

| | |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E220 | 3.75 mJ |
| E221 | $W = 18 \text{ J} \quad s = 1.5 \text{ m} \quad D = 10000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ |
| 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 | $D_{Feder} = 20 \text{ N}/15 \text{ cm} \quad D_{Kraftm.} = 20 \text{ N}/4 \text{ cm}$
$W_F = 1.5 \text{ J} \quad W_K = 0.4 \text{ J} \quad W_{ges} = 1.9 \text{ J}$ |
| E228 | 0.1 J E229 $W = \frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{s} s^2 = \frac{1}{2}Fs$ |
| E230 | $37500 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 375 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$ |
| 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:
$W = \frac{1}{2}D \cdot (12^2 - 5^2) \text{ mm}^2 = 47.6 \text{ J}$ |
| E234a | $(1 + 2 + 3 + \dots + 23) \text{ Ncm} = 2.76 \text{ J}$ |
| E234b | Zunahme von F entlang s wie bei Feder,
Dreiecks-Fläche als Arbeit |

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 | $W = P \cdot t = 360 \text{ kJ} > 351 \text{ kJ}$
$P = W/t = 2.925 \text{ kW} < 3 \text{ kW} \quad t = W/P = 117 \text{ s} < 120 \text{ s} \rightarrow$
ja |

| | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E285b | $P_{soll} = 1600 \text{ W} / W_{max} = 450 \text{ kJ}$ nein |
| E286a | $W = 317.844 \text{ kJ} \quad P = 176.58 \text{ W}$ |
| E286b | $W = 162 \text{ kJ} \quad P = 2700 \text{ W}$ |
| E286c | $W = 233061 \text{ J} \quad P = 2.697 \text{ W}$ |
| E288 | $175 \text{ W} + 625 \text{ W} = 800 \text{ W}$ E290 7848 W |
| 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 | $13.8 \leftarrow 5.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \Delta E = (2.22 - 0.355) \text{ MJ} = 1.86 \text{ MJ}$
$t > 6.34 \text{ s}$ |
| 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 | 5242 l 1.011 kWh E304 $W = 20250 \text{ J}$ |
| E304a | 578.6 W E304b 25.71 N E304c 578.6 N |
| E305 | $W = 60 \text{ kJ} \quad t = 20 \text{ ms} \quad P = \frac{1}{3} \text{ W}$ |
| E306 | $P_{soll} = 11772 \text{ J}/120 \text{ s} = 98.1 \text{ W} > P_{max}$ nein |
| 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 | $F_{Tr} = 13.5 \text{ kN} \quad F_{Sp} = 1.35 \text{ kN}$ |

Arbeit gemischt

| | |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 277778 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 | $h = 1.5 \text{ m} \quad W = mgh = 5.886 \text{ J}$ |
| 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** $32 \cdot 10^{-24} \text{ J}$ **E438a** $0.617 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E438b** auf $1.175 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E438c** auf $0.787 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E440** nein, dank Auftrieb nur 223.668 J
- E442** $W_H = 4120.2 \text{ J}$ $W_R = 1427.28 \text{ J}$ $W_{ges} = 5547.48 \text{ J}$

~~~~~ **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**  $18.75 \text{ kJ}$  **E462c**  $448.581 \text{ kJ}$
- E462d**  $21.701 \text{ kJ}$  **E462e**  $7.65 \text{ MJ}$  **E463a**  $11.760 \text{ J}$
- E463b**  $2.85 \text{ J}$  **E463c**  $6 \text{ J}$  **E463d**  $7.357 \text{ mJ}$
- E464**  $W_{Lage} = 50031 \text{ J}$   $W_{kin} = 21515.625 \text{ J}$   
 $W_{ges} = 71546.625 \text{ J}$

~~~~~ **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 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
- E507** mehr Reibungsarbeit, da Fläche zwischen den Graphen größer als die darunter

Energieerhaltung I (ohne Federn & Reibung)

- 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 m **E563** $12,52 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E564** $g = \frac{v^2}{2h} = 6.25 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ **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** $v(100 \text{ m}) = 44.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- 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** $t_0 = 1.75 \text{ s}$
- E588** $\Delta W_{pot} = W_{kin} = 19.62 \text{ mJ}$ $v = 33.48 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$
- E590** 44.145 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 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 m über Boden
- E594** ca. $5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E596a** $h = v^2/(2g) = 5.097 \text{ m}$
- E596b** $h = (v^2 - v_0^2)/(2g) = 4.893 \text{ m}$

~~~~~ **Energieerhaltung II (ohne Reibung)** ~~~~~

- E640**  $W = 9 \text{ mJ}$   $s = 2.12 \text{ mm}$
- E641a**  $mv^2 = Ds^2$   $v = 80.04 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$  bei entspannter Feder
- E641b** Schwingung,  $2,50 \text{ m}$  weit hin und her
- 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**  $1.2 \text{ cm}$  **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**  $s$  := 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**  $1.019 \text{ m}$  **E654a**  $100.0 \text{ mm}$
- E654b**  $W = 5 \text{ J}$   $1.414 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E654c**  $W_{kin} = 3.75 \text{ J}$   $1.2245 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E655a** Kräftegleichgewicht:  $D_L \cdot \ell = D_R \cdot r$  mit  $\ell + r = 30 \text{ cm}$   $\ell = 12 \text{ cm}$   $r = 18 \text{ cm}$
- 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**  $\frac{1}{2}Ds^2 = 225 \text{ J}$  **E656**  $mg(h+s) = \frac{1}{2}Ds^2$
- E656a**  $h = \frac{Ds^2}{2mg} - s = 61.55 \text{ cm}$
- E656b**  $s = \frac{mg}{D} + \sqrt{\frac{2mgh}{D} + (\frac{mg}{D})^2} = 14.83 \text{ cm}$
- E656c**  $mg(h+s) = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}Ds^2$   
 $v = \sqrt{2g(h+s) - \frac{Ds^2}{m}} = 2.42 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E658**  $p \cdot dV = 5.065 \text{ J}$
- E660** Kräftegleichgewicht bei Dehnung  
 $s = mg/D = 1.962 \text{ cm}$   $W_{ges} = 0.1875 \text{ J} = \frac{1}{2}Ds_0^2 = \frac{1}{2}Ds^2 + \frac{1}{2}(M+m)v^2 + mg(s_0 - s)$   
 $v = \sqrt{\frac{D(s_0^2 - s^2) - 2mg(s_0 - s)}{M+m}} = 37.20775 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$

~ **Energieerhaltung III (ohne Einschränkung)**

- E700**  $0.02$  **E702a**  $32.77 \text{ m}$  **E702b**  $\alpha^2$ -fach
- E704a**  $227.5 \text{ N}$  **E704b**  $85.7\%$
- E706a**  $F_R = 0.1226 \text{ N}$  **E706b**  $W_s = 49.05 \text{ mJ}$
- E706c**  $W_H = mgs = 196.2 \text{ mJ}$   $W_{kin, m \& M} = W_H - W_s = 147.15 \text{ mJ}$   $v_A = \sqrt{\frac{2W_{kin}}{m+M}} = 0.9905 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

**E706d** 75%

$$\mathbf{E706e} \quad W_{AB} = |\overline{AB}| \cdot F_R = 30.7 \text{ mJ} \quad W_{kin}(A) = \frac{1}{2} M v_A^2 = 122.63 \text{ mJ}$$

$$W_{kin}(B) = W_{kin}(A) - W_{AB} = 91.97 \text{ mJ}$$

$$v_B = 0.8578 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mathbf{E708a} \quad f = \frac{v_0^2}{2gs} = 0.0191$$

$$\mathbf{E708b} \quad \frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + m g f s \quad v = \sqrt{v_0^2 - g f s} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot v_0^2} = 10.61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mathbf{E710} \quad W_{kin} = 551.25 \text{ kJ} \quad W_{R,80m} = 560 \text{ kJ}$$

$$s = W_{kin}/F = 78.75 \text{ m}$$

$$\mathbf{E712a} \quad 75\% \quad \mathbf{E712b} \quad 73.4 \text{ cm}$$

$$\mathbf{E714a} \quad 79.24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 285.25 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad \mathbf{E714b} \quad 99\%$$

$$\mathbf{E716a} \quad W_0 = 2236.68 \text{ J} \quad v = 8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mathbf{E716b} \quad W_R = 1200 \text{ J} \quad v = 6.031 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \mathbf{E718a} \quad 18.32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\mathbf{E718b} \quad 17.06 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

## 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

**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 |

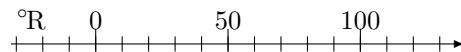
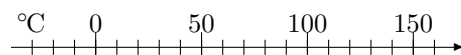
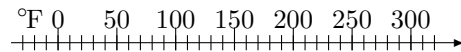
**T83a** 17 21.5 26 29 32 34.5 36.5

**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**  $35^\circ\text{C} + 12 \text{ mm}/30 \text{ mm} \cdot 6^\circ\text{C} = 37.4^\circ\text{C}$

**T92** A:  $\vartheta \uparrow \Rightarrow I \downarrow$  C ohne  $\vartheta$ -Einschränkung zweideutig  
D im heißeren unempfindlicher

### 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  $(46 - 24) \text{ mm} = 22 \text{ mm}$

**T143b** 2.727 m **T144** 2.94 m **T146**  $125^\circ\text{C}$

**T148**  $180 \mu\text{m}$  **T150**  $58.824 \text{ m}$

**T151**  $l = l_{20} + 2070 \mu\text{m} = 1.80207 \text{ m}$  **T152**  $526^\circ\text{C}$

**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  $l = 702.2792 \text{ mm}$   $714^\circ\text{C}$

**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**  $1.000012^3 \approx 1 + 3\alpha^\circ\text{C}$  **T164a** etwa 3108  $\ell$

**T164b** etwa 52  $\ell$

**T164c** 34 18 Volumen ist unerheblich, da Masse und  
Heizwert unverändert



**Gase**

~ Konstanter Druck & absolute Temperatur ~

**G0a** Das Volumen eines Gases wird durch das Gefäß vorgegeben, braucht gar nicht mit der Temperatur zusammenzuhängen.

**G0b** Druck, Volumen, Temperatur

|            |       |        |           |   |              |
|------------|-------|--------|-----------|---|--------------|
|            | const | steig. | stgt./flt |   |              |
|            | V     | T      | steigt    | p |              |
| <b>G0c</b> | p     | T      | steigt    | V | <b>G1a</b> 2 |
|            | T     | V      | fällt     | p |              |
|            | p     | V      | steigt    | T |              |

**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 |
| °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   |

**G4** **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 cm<sup>3</sup> **G8b** auf 162.78 K um 130.22 °C

**G9a** 338 K **G9b** 43 K

**G10** 32 cm<sup>3</sup> 1000 K 24.61 360 cm<sup>3</sup> 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. 6mm über der Oberkante des K

**G22**  $V_{neu} = 652.083 \text{ m}^3 \cdot \frac{652-600}{652} = 7.975\%$

**G23** [°C] oben:  $17^\circ\text{C} + \frac{38 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \cdot 25^\circ\text{C} = 36^\circ\text{C}$  unten:  $\frac{108 \text{ mm}}{90 \text{ mm}} \cdot 315 \text{ K} = 378 \text{ K} \hat{=} 105^\circ\text{C}$

**G24**  $30 \text{ mm}^3 / 21 \text{ mm}^3 \cdot 280 \text{ K} = 400 \text{ K}$

**G26**  $50 / 300 \cdot 60 \text{ cm}^3 = 10 \text{ cm}^3$

**G28**  $T_2 = 3T_1 = 3 \cdot 323 \text{ K} = 969 \text{ K} \hat{=} 696^\circ\text{C}$

**G30**  $-18^\circ\text{C} \hat{=} 255 \text{ K}$   $38^\circ\text{C} \hat{=} 311 \text{ K}$

~~~~~ 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 $100 \text{ kPa} \cdot \frac{432 \text{ K}}{300 \text{ K}} \cdot \frac{200 \text{ ml}}{80 \text{ ml}} = 360 \text{ kPa}$

G141b $100 \text{ kPa} \cdot \frac{200 \text{ ml}}{80 \text{ ml}} = 250 \text{ kPa}$ **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 $V_K = 1261$ $\Delta V_{warm} = 8.581$ $\Delta V_{kalt} = 8.031$

G145 $p_2 = p_1 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 2 \text{ bar} \cdot \frac{303}{278} = 2.1799 \text{ bar}$

G146 $1.29p_0$

G147 $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$ $T_2 = T_1 \cdot \frac{p_2}{p_1} \cdot \frac{V_2}{V_1} =$

$300 \text{ K} \cdot \frac{0.25}{1.6} \cdot \frac{60}{12} = 234.375 \text{ K}$

G148 8.526 mm^3

G149 $30^\circ\text{C} \rightarrow -20^\circ\text{C}$ entspricht $303 \text{ K} \rightarrow 253 \text{ K}$

$V_{neu} = V_{alt} \cdot \frac{253 \text{ K}}{303 \text{ K}} = 334 \text{ ml}$

~~~~~ Stoffmenge ~~~~~

**G200** Nukleonenzahl, Gramm/Mol u/Atom

**G202**  $\frac{5}{20.18} N_A = 1.49 \cdot 10^{23}$

**G204**  $A_R = 18 \cdot \frac{90 \text{ g}}{18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 5 \text{ mol}$

**G206**  $A = 46 \text{ u} = 76.4 \cdot 10^{-24} \text{ g}$

**G208**  $A_R(\text{CO}_2) = 44$   $n(\text{C}) = 2 \text{ mol}$   $m(2 \text{ mol CO}_2) = 88 \text{ g}$

~~~~~ Ideale Gasgleichung ~~~~~

G260 241

G262 $n(\text{O}_3) = 14.9 \text{ mmol}$ $n(\text{O}) = 2.69 \cdot 10^{22}$

G264 $n = 0.566 \text{ mol}$ $m = 2.265 \text{ g}$

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

G270 $n_{A,B} = \frac{p_{A,B}}{T_{A,B}} \cdot \frac{V}{R}$ $n_A = 164.609 \frac{\text{kPa}}{\text{K}} \frac{V}{R}$
 $n_B = 165.017 \frac{\text{kPa}}{\text{K}} \frac{V}{R}$ → B ist schwerer

G272a 998 kPa = 9.98 bar **G272b** 403.6 mg

G272c der gleiche **G274a** $F_0 = 7.85 \text{ N}$

G274b $p_{20} \approx 3 \text{ bar}$ $V_{20} = 267 \text{ ml}$ $F_{20} = 2.6 \text{ N}$

G274c $V_t = 50 \text{ cm}^3$ $p_t = p_0 \cdot \frac{V_0}{V_t} = 16 \text{ bar}$ $t = 150 \text{ m}$

G276 $1591 \text{ mol} = 9.58 \cdot 10^{26} \text{ Stck}$

G278 $1 - \frac{n_2}{n_1} = 1 - \frac{p_2 T_1}{p_1 T_2} = 25\%$

G280 $T_K/T_W = 0.75 = n_W/n_K = \rho_W/\rho_K$

$F_A = 3925 \text{ N} = 400 \text{ kg} \cdot g$

G998

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| 1 | 7 | 7 | 1 | 3 | 5 | 9 | 5 | 9 | 2 | |
| 2 | 4 | 6 | 7 | 2 | 2 | 5 | 7 | 4 | 0 | |
| 3 | 7 | 7 | 6 | 2 | 7 | 8 | 5 | 9 | | |
| 4 | 2 | 8 | 6 | 8 | 5 | 9 | 7 | 5 | | |
| 5 | 8 | 3 | 7 | 9 | 0 | 6 | 8 | | | |

Wärme

~~~~~ Wärmekapazität ~~~~~

**W2a** Zylinder, Schnur **W2b** anhängende Masse

**W2c** sonst Reibung ungleich Gewicht

**W2d** Umfang, Anzahl Umdrehungen  
**W3a** Eimer nicht beschleunigt → 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**  $19^\circ\text{C}$  **W8**  $24300\text{ J}$  **W10**  $1,3 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

**W12a**  $19^\circ\text{C}$  **W12b**  $400$   
**W13a** pro Grad  $2160\text{ J} : 12 = 180\text{ J}$  für  $16^\circ\text{C}$  dann  $180\text{ J} \cdot 16 = 2880\text{ J}$   
**W13b** pro Gramm  $2160\text{ J} : 200 = 10,8\text{ J}$  für  $250\text{ g}$  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  $300\text{ g}$  und  $20^\circ\text{C}$  dann  $0,9\text{ J} \cdot 300 \cdot 20 = 5400\text{ J}$   
**W14**  $W = 275,52\text{ kJ}$   $t = 460\text{ s} = 7\text{ min}40\text{ s}$   $16^{49}$   
**W16**  $c_{Fl.} = 4680 \frac{\text{J}}{\text{K}}$   $W_{Glas} = 10080\text{ J}$   $W_{Saft} = 88200\text{ J}$   
 $W_{ges} = 98280\text{ J}$

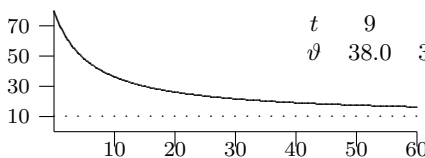
**W18a**  $U = 9,425\text{ cm}$   $W = 332,8\text{ J}$   $\Delta\vartheta = 2,8\text{ K}$   
 $c_{Fe} = 0,4755 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$   
**W18b** Mit-Erwärmung sonstiger Körper  
**W18c**  $4,5\text{ cm}$  **W18d** zu i)  $21,97^\circ\text{C}$  zu ii)  $21,03^\circ\text{C}$   
**W20**  $\rho_{Al} = 2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$   $m = 1382,4\text{ g}$   $W = 311,04\text{ J}$   
**W22**  $34^\circ\text{C}$  **W24** Topf:  $21\%$   
**W26**  $W_{kin} = 540\text{ kJ}$   $\Delta\vartheta = 150\text{ K}$   
**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**  $45^\circ\text{C}$  **W81b**  $84^\circ\text{C}$   
**W81c**  $27^\circ\text{C}$  **W81d**  $80^\circ\text{C}$  **W81e**  $333\text{ K}$   
**W82a**  $51,25^\circ\text{C}$  **W82b** dieselbe **W82c** dieselbe  
**W84**  $3001$  **W86**  $482,7^\circ\text{C}$

**W88**  $\vartheta [^\circ\text{C}](t[\text{min}]):$

|             |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|
| $t$         | 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**  $80,5^\circ\text{C}$  **W91a**  $45,833^\circ\text{C}$   
**W91b**  $58,525^\circ\text{C}$   
**W92**  $\Delta W_{Fe} = 2182,5\text{ J}$   $\Delta W_W = 1764\text{ J}$   
 $\Delta W_{Glas} = 418,5\text{ J}$   $c_{Glas} = 0,775 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

**Aggregatzustandsänderung**

**W140** Helium:  $-272/-269$  Wolfram:  $3410/5660$   
 Diamant:  $3550/4827$

**W142**  $60 \frac{\text{J}}{\text{g}}$  **W144a**  $271\text{ J}$  **W144b**  $129\text{ J}$   
**W146a**  $393,75\text{ s}$   
**W146b**  $393,75\text{ s} + 282,8\text{ s} = 676,55\text{ s}$  **W148**  $950\text{ MJ}$   
**W150a**  $334\text{ kJ}$  **W150b**  $420\text{ kJ}$  **W150c**  $2257\text{ kJ}$   
**W152a**  $5,90^\circ\text{C}$  **W152b**  $4,24^\circ\text{C}$   
**W154**  $\rho_{Eis} = 0,917 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$   $\Delta W_{Saft} > 16464\text{ J}$   
 $\Delta W_{Würfel} = 2960\text{ J}$   $n > 5,6$   
**W156a**  $187,878\text{ kg}$  **W156b**  $185,556\text{ kg}$   
**W156c**  $\infty$  **W156d**  $\infty$   
**W158** Temp[ $^\circ\text{C}$ ]:  $30\ 150$  Kap[ $\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$ ]:  $1,2\ 3,0\ 0,6$  Umw.e[ $\frac{\text{J}}{\text{g}}$ ]:  $180$   
**W159**  $64500 \frac{\text{J}}{\text{g}} = 6,45 \frac{\text{kJ}}{\text{mg}}$   
**W160a**  $\vartheta = 0^\circ\text{C}$   $m_{Eis} = 31\text{ g}$   $m_W = 489\text{ g}$   
**W160b**  $1067\text{ g}$  **W160c**  $92\text{ g}$  **W160d**  $5308\text{ g}$   
**W162** Wasser:  $+9\%$

**Sonnenenergie**

**W220a**  $3,456\text{ MJ}$  **W220b**  $27,41$  **W222a**  $58464\text{ J}$   
**W222b**  $974,4\text{ W}$  **W224**  $P = 1,785 \cdot 10^8\text{ MW}$   
**W226a**  $P = 6,84 \cdot 10^{10}\text{ W}$   $A = 1711\text{ km}^2$   
**W226b**  $a = 41,37\text{ km}$  **W226c** ca.  $100$

**Vermischtes**

**W280a**  $218,75\text{ J}$  **W280b**  $69,44^\circ\text{C}$   
**W280c** Sand übernimmt Wärme **W280d**  $1367,2\text{ N}$   
**W282a**  $W_{Lage} \rightarrow W_{Bew.} + W_{inn.}$   
**W282b**  $mgh = c_W m \Delta\vartheta$   $\Delta\vartheta = 0,234^\circ\text{C}$   
**W282c**  $\Delta\vartheta = \frac{gh - \frac{1}{2}v^2}{c_w} = 0,226^\circ\text{C}$  **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**  $\Delta\vartheta = 50,2^\circ\text{C}$   $\Delta W = 8132,53\text{ J}$   
**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

**Akustik**

**A2**  $20\text{ ms}$  **A4**  $\frac{1}{12h} = 23\mu\text{Hz}$  **A6a**  $2,273\text{ ms}$   
**A6b**  $880$  **A8** gedrittelt **A10**  $3,41\text{ m}$   
**A12**  $37,5\text{ kHz}$  **A14** sinus,  $\lambda = 1,25\text{ m}$  **A16**  $1295 \frac{\text{m}}{\text{s}}$   
**A18**  $4 \cdot 970 = 3880$   
**A20**  $\lambda = 0,857\text{ cm}$   $v = 1714 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  nein **A22**  $2,3\text{ km}$   
**A24b**  $245\text{ m}$  **A26**  $1\text{ h}$   
**A28** c:  $261,6\ 277,2\ 293,7\ 311,1\ 329,6\ 349,2\ 370,0$   
 g:  $392,0\ 415,3\ 440,0\ 466,2\ 493,9\ 523,3$  [Hz]  
**A30** Quint:  $\sqrt[3]{2^7} = 1,4983 \approx 3/2$  kleine Terz:  
 $\sqrt[12]{2^3} = 1,1892 \approx 6/5$  große Terz:  $\sqrt[12]{2^4} = 1,2599 \approx 5/4$