

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**  $6.116 \text{ kg}$
  - K284**  $3058.1 \text{ g}$
  - K286** einfacher: Feder auf anderen Planeten einsetzbar:  
Balken beständiger: Balken
  - K288a**  $1.696 \frac{\text{N}}{\text{m}}$  **K288b**  $185.1 \text{ mm}$  **K288c**  $10.47 \text{ g}$
  - K290**  $4 \text{ mm/kg}$  **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**  $3 \text{ N}$
  - 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**  $7200 \text{ N}$
  - 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**  $16.7^\circ$  **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  $120 \text{ N} \downarrow$  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**  $140000 \text{ N}$
  - D4**  $16 \frac{2}{3} \text{ kPa}$   $4 \text{ cm}^2$   $43200 \text{ N}$   $52 \text{ mN}$   $54 \mu\text{N}$   $833 \frac{1}{3} \text{ MPa}$   $70 \text{ N}$
  - D5**  $0,0457$   $0,92$   $770000$   $1900$   $75000$   $23$   $8,26$   $1,23$   $3000$   
 $660$   $59$
  - D6**  $12 \text{ Pa}$   $70 \text{ Pa}$   $23 \text{ Pa}$   $100 \text{ Pa}$   $123 \text{ Pa}$
  - D8**  $160 \text{ N}$
  - D9**  $F = p \cdot A = 3142 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0.0005 \text{ m}^2 = 1.571 \text{ N}$
  - D10** jeweils  $50 \text{ g}$  **D12**  $2.8 \text{ bar}$
  - D13**  $A = F/p = 12 \text{ cm}^2$  **D14**  $p = F/A$   $1 \text{ Pa} = 1 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
  - D15a**  $360 \text{ N}$  **D15b**  $16.5 \text{ cm}^2$
  - D15c**  $\text{N}_2\text{O}$  Betäubung Sahnekapseln Motortuning
  - D16**  $400 \text{ N}$  **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  $20 \text{ cm}^2$  große Fläche zieht an  $24 \text{ cm}$  langer Klebelinie    bei  $\textcircled{K}$   $4 \text{ cm}^2$  an  $8 \text{ cm}$   
 $20/24 = 0.8\bar{3} > 0.5 = 4/8$

~~~~~**Hydraulische Systeme**~~~~~

- D79a** $900 \text{ g} \cdot \frac{4}{36} = 100 \text{ g}$ (oder etwas mehr)
- D79b** Auto auf großen Kolben, Gewichtsstein 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{G} **D83b** 200 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 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  $2.5 \text{ mm}$ :  $F = n \cdot 3.925 \text{ N}$      $p = n \cdot 222 \text{ mbar}$
- D142e**  $p = (n \cdot 222 + 11) \text{ mbar}$   

|                 |     |     |     |     |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|
| $n$             | 1   | 2   | 3   | 4   |
| $p/\text{mbar}$ | 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** $h = p/(\varrho \cdot g) = 1176.2 \text{ m}$
- D208** 29160 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  $16 \text{ cm}$  bzw.  $2 \text{ cm}$  weit ausgefahrene Kolben, weil Schweredruck am tiefer gelegenen Kolbenboden anfänglich um  $\rho \cdot g \cdot h = 14.7 \text{ mbar}$  höher
- D286b**  $5 \text{ cm}$     **D286c**  $10 \text{ cm}$     **D288a**  $3 \text{ cm}$
- D288b**  $2.1 \text{ cm}$
- 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** $1 \text{ atm} = 1.0332 \text{ at}$ $1 \text{ at} = 0.9678 \text{ atm}$
- D342d** ca. 3.4 ata
- D346** messen, wie viel Gewichtskraft nötig ist, um Kolben auszuziehen daraus p berechnen
- D348** Tiefe: 10 m Höhe: ∞
- D350** $18639 \text{ Pa} = 186.39 \text{ mbar}$

~~~~~**Auftrieb**~~~~~

- D401**  $2.83 \text{ N}$     **D402**  $1 \text{ N}$
- D403**  $V = 1.554 \text{ cm}^3$      $F_A = 0.207 \text{ N}$
- D404a**  $1.177 \text{ N}$     **D404b**  $588.6 \text{ N}$     **D404c**  $588.6 \text{ N}$
- D404d**  $0.125 \text{ N}$     **D404e**  $86.8 \text{ mN}$
- 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**  $mg + F_{Seil} = \frac{2}{3}V\rho_W g$   $F_S = 245.25 \text{ N}$   
**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:  $F_G = 1116 \text{ N}$   $F_{A,max} = 1595 \text{ N}$   
 $F_{Trag} = 478 \text{ N}$   $F_{5Pers} = 3433.5 \text{ N}$   $n > F_{5P}/F_{Trag} = 7.18$   
**D430** Stein: nimmt ab Holz: bleibt gleich  
**D432**  $F_A = 10.791 \text{ N} > F_G = 8.3385 \text{ N} \rightarrow \text{ja}$   
**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**  $F_A = \rho_{\ddot{O}l} V g = 2.747 \text{ N}$   $F_{St} = \rho_{St} V g = 9.810 \text{ N}$   
 $F_{Boden} = F_{St} - F_A = 7.063 \text{ N}$   
**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**  $m_{St} = F_{St}/g = 5.28 \text{ g}$   $F_A = \Delta F = 11.6 \text{ mN} =$   
 $V \rho_{Azg} \Rightarrow V = 1.4949 \text{ cm}^3$   $\rho_{St} = \frac{m_{St}}{V} = 3.53 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$   
 (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**  $M_{Pedal} = 11 \text{ kNm}$   $F_{Kette} = 916.7 \text{ N}$   
 $M_{Hinterrad} = 6417 \text{ Nm}$   $F_{Mantel} = 221 \text{ N}$  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: 6Ncm A: 1.5Ncm C: 12Ncm
- M89d** Hyperbeln **M90** 90 N ↑ 30 N ↓ 10 N ↓

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

| | | | | | |
|-------------|-------------------------------|-----|----|-----|-----|
| M140 | Kräfte in
0.1 kg · g ≈ 1 N | Nr. | a) | b) | c) |
| | | A | 4 | 125 | 135 |
| | | B | 3 | 167 | 173 |
| | | C | 2 | 250 | 260 |

- 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 | Nr. | a) | b) | c) |
| | | 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 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 N s = 1.6 m **E2b** 240 Nm
- E2c** 240 Nm **E4** r = 82 **E4a** V = 7380 cm<sup>3</sup>
- E4b** p = 487.8 mbar = 48780 Pa
- E4c** F<sub>P</sub> = 146.341 N s<sub>P</sub> = 246 cm
- E4d** W = 360 Nm **E4e** W = 360 Nm
- E5a** F<sub>Baum</sub> = 300 N A<sub>Dackel</sub> = A<sub>W</sub> ·  $\frac{40}{300}$  = 6.4 cm<sup>2</sup>
- E5b** s<sub>D</sub> = s<sub>B</sub> ·  $\frac{300}{40}$  = 375 cm
- E5c** W = F · s = 300 N · 0.5 m = 150 J = 40 N · 3.75 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 J F = 6 N s = 7.5 m
- E10** W = 2 · F · s = 2 · 70 N · 0.65 m = 2 · 45.5 J = 91 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<sub>L</sub> = 5.4 m h<sub>L</sub> = 1.50 m  
h<sub>L</sub>F<sub>L</sub> = 45 kg · m · g = h<sub>S</sub>F<sub>S</sub>
- E13a** 1368 J **E13b** 128 J
- E13c** s = 36 m W = 5040 J
- E14** 450 N · 2 km = 900 kJ **E15a** 200 N
- E15b** 37.5 cm **E15c** 3 cm **E15d** 40
- E16** W<sub>Knieb.</sub> = 50 kg · g · 0.6 m = 294.3 J  
n =  $\frac{1}{4} \cdot 3500 \text{ kJ} / 294.3 \text{ J} = 2973$

~~~~~ **Hubarbeit** ~~~~~

- E60a** 0.1 g · g · 1 m = 0.981 J
- E60b** 350 N · 4 m = 1400 J
- E60c** 50 kg · 1.62 $\frac{\text{N}}{\text{kg}}$ · 0.6 m = 48.6 J **E62a** 206 J
- E62b** 13.2435 J **E62c** 2825 J **E64** 5.10 m
- E66** 0.981 J
- E68** W_{1x} = 156.96 J n = 50000 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** ρ_{Fe} = 7.86 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ V = 2.016 m³ m = 15.846 t
W = 186.5 kJ
- E76** 311.2 MJ **E78** W = mgl/2 = 2354.4 J
- E80** alle Wege kosten 18995.2 J
- E82a** W_{0→1} = 0.75 J W_{1→M} = 5 J
- E82b** [J]: 0.25 + 0.70 + 1.05 + 0.80 = 2.8
- E82c** x cm² ≈ x 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 =  $\frac{1}{2}mv^2 \Leftrightarrow m = \frac{2W}{v^2}$  m =  $\frac{2 \cdot 833}{7^2} \text{ kg} = 34 \text{ kg}$
  - E124** h = v<sup>2</sup>/(2g) = 3.539 m
  - E125a** m = 2W/v<sup>2</sup> = 2 · 25 J/(5  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ) = 2 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 J m = 20 kg v = 6  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
  - E130a** 8.64 J **E130b** 3  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
  - E132** v<sub>0</sub> = 3  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$  v = √2 · v<sub>0</sub> Δv = (√2 - 1) · v<sub>0</sub> = 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 = √(2W/m) = 2  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
  - E136b** v = √(2(W<sub>0</sub> + W)/m) = √(2 · (250 + 5) J/5 kg) = 10.1  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

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

### Spannarbeit

|              |                                                                                                                                                                         |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E220</b>  | 3.75 mJ                                                                                                                                                                 |
| <b>E221</b>  | $W = 18 \text{ J} \quad s = 1.5 \text{ m} \quad D = 10000 \frac{\text{N}}{\text{m}}$                                                                                    |
| <b>E222</b>  | $128 \leq D/\frac{\text{N}}{\text{m}} \leq 134.4$                                                                                                                       |
| <b>E223</b>  | 0 10 14.1 20 24.5 30 33.2 37.4 40 Wurzel-Graph                                                                                                                          |
| <b>E224</b>  | 34.641 cm <b>E226a</b> 60 N <b>E226b</b> 0.9 J                                                                                                                          |
| <b>E226c</b> | 2.7 J                                                                                                                                                                   |
| <b>E227</b>  | $D_{Feder} = 20 \text{ N}/15 \text{ cm} \quad D_{Kraftm.} = 20 \text{ N}/4 \text{ cm}$<br>$W_F = 1.5 \text{ J} \quad W_K = 0.4 \text{ J} \quad W_{ges} = 1.9 \text{ J}$ |
| <b>E228</b>  | 0.1 J <b>E229</b> $W = \frac{1}{2}Ds^2 = \frac{1}{2} \frac{F}{s} s^2 = \frac{1}{2}Fs$                                                                                   |
| <b>E230</b>  | $37500 \frac{\text{N}}{\text{m}} = 375 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$                                                                                                      |
| <b>E232a</b> | ohne: $s = F/D = 2.5 \text{ mm}$ mit: gar nicht                                                                                                                         |
| <b>E232b</b> | ohne: $F = D \cdot 7 \text{ mm} = 5600 \text{ N}$ mit:<br>$F = D \cdot 12 \text{ mm} = 9600 \text{ N}$                                                                  |
| <b>E232c</b> | ohne: $W = \frac{1}{2}D \cdot (7 \text{ mm})^2 = 19.6 \text{ J}$ mit:<br>$W = \frac{1}{2}D \cdot (12^2 - 5^2) \text{ mm}^2 = 47.6 \text{ J}$                            |
| <b>E234a</b> | $(1 + 2 + 3 + \dots + 23) \text{ Ncm} = 2.76 \text{ J}$                                                                                                                 |
| <b>E234b</b> | Zunahme von $F$ entlang $s$ wie bei Feder, Dreiecks-Fläche als Arbeit                                                                                                   |

### Leistung

|              |                                                                                                                                                                  |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E278a</b> | $P = W/t = 300 \text{ W}$                                                                                                                                        |
| <b>E278b</b> | $W = P \cdot t = 5184 \text{ kJ}$ <b>E278c</b> $t = W/P = 70 \text{ s}$                                                                                          |
| <b>E280</b>  | 0.5 W <b>E281a</b> 76.54 W <b>E281b</b> 2030 W                                                                                                                   |
| <b>E281c</b> | 0.044 W <b>E281d</b> 2.8 W                                                                                                                                       |
| <b>E282</b>  | 1 PS = 0.736 kW 1 kW = 1.359 PS                                                                                                                                  |
| <b>E284</b>  | 1 kWh = 3.6 MJ 3 Ws = 3 J 555 mWs = 0.555 J<br>10 Wmin = 600 J 0,04 MWh = 144 MJ 11 kW s = 11 kJ                                                                 |
| <b>E285a</b> | $W = P \cdot t = 360 \text{ kJ} > 351 \text{ kJ}$<br>$P = W/t = 2.925 \text{ kW} < 3 \text{ kW} \quad t = W/P = 117 \text{ s} < 120 \text{ s} \rightarrow$<br>ja |

|              |                                                                                                                                      |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E285b</b> | $P_{soll} = 1600 \text{ W} / W_{max} = 450 \text{ kJ}$ nein                                                                          |
| <b>E286a</b> | $W = 317.844 \text{ kJ} \quad P = 176.58 \text{ W}$                                                                                  |
| <b>E286b</b> | $W = 162 \text{ kJ} \quad P = 2700 \text{ W}$                                                                                        |
| <b>E286c</b> | $W = 233061 \text{ J} \quad P = 2.697 \text{ W}$                                                                                     |
| <b>E288</b>  | $175 \text{ W} + 625 \text{ W} = 800 \text{ W}$ <b>E290</b> 7848 W                                                                   |
| <b>E292</b>  | $P = 206010 \text{ J}/5 \text{ s} = 41202 \text{ W} > 40 \text{ kW} \rightarrow$ nein                                                |
| <b>E293</b>  | $t = W/P = 60 \text{ s}$ <b>E294</b> 515.025 s                                                                                       |
| <b>E296</b>  | $13.8 \leftarrow 5.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad \Delta E = (2.22 - 0.355) \text{ MJ} = 1.86 \text{ MJ}$<br>$t > 6.34 \text{ s}$ |
| <b>E298</b>  | $W = Pt = 150000 \text{ J}$                                                                                                          |
| <b>E299a</b> | $P = 490.5 \text{ J}/0.5 \text{ s} = 981 \text{ W}$ <b>E299b</b> 20 W                                                                |
| <b>E299c</b> | $W = \frac{1}{2}D(s_1^2 - s_0^2) = 5.4 \text{ J} - 3.75 \text{ J} = 1.65 \text{ J}$<br>$P = 3.3 \text{ W}$                           |
| <b>E300a</b> | 2400 J <b>E300b</b> 2 m <b>E300c</b> 103.8                                                                                           |
| <b>E302a</b> | 243.2 MJ <b>E302b</b> 16 s                                                                                                           |
| <b>E302c</b> | 5242 l 1.011 kWh <b>E304</b> $W = 20250 \text{ J}$                                                                                   |
| <b>E304a</b> | 578.6 W <b>E304b</b> 25.71 N <b>E304c</b> 578.6 N                                                                                    |
| <b>E305</b>  | $W = 60 \text{ kJ} \quad t = 20 \text{ ms} \quad P = \frac{1}{3} \text{ W}$                                                          |
| <b>E306</b>  | $P_{soll} = 11772 \text{ J}/120 \text{ s} = 98.1 \text{ W} > P_{max}$ nein                                                           |
| <b>E308</b>  | $P = \frac{708.3 \text{ kJ}}{4 \text{ s}} = 177 \text{ kW} = 241 \text{ PS}$                                                         |
| <b>E310</b>  | 76.172 W                                                                                                                             |

### Reibungsarbeit

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

### Arbeit gemischt

|              |                                                                                         |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>E420a</b> | 23691 J <b>E420b</b> 110.92 kJ <b>E420c</b> 0.25 J                                      |
| <b>E420d</b> | 17.8125 J <b>E421a</b> 0.0315 J                                                         |
| <b>E421b</b> | 117.72 J <b>E421c</b> 0.24 J                                                            |
| <b>E421d</b> | $W = F \cdot s = 8000 \text{ J}$ <b>E422a</b> $mgh = 70.632 \text{ J}$                  |
| <b>E422b</b> | $\frac{1}{2}mv^2 = 0.0225 \text{ J}$ <b>E422c</b> $\frac{1}{2}Ds^2 = 0.27 \text{ J}$    |
| <b>E422d</b> | $Fs = 6000 \text{ J}$ <b>E423a</b> $W = mgh = 19.620 \text{ mJ}$                        |
| <b>E423b</b> | $W = \frac{1}{2}D \cdot (\Delta s)^2 = 89.6 \text{ J}$                                  |
| <b>E423c</b> | $W = \frac{1}{2}mv^2 = 100 \text{ J}$                                                   |
| <b>E423d</b> | $W = \frac{1}{2}m(v_1^2 - v_0^2) = 900 \text{ J} - 100 \text{ J} = 800 \text{ J}$       |
| <b>E424a</b> | 0.6 J <b>E424b</b> 4395 J <b>E424c</b> 12.36 kJ                                         |
| <b>E424d</b> | 48 J <b>E426a</b> 0.577 m <b>E426b</b> 0.815 m                                          |
| <b>E426c</b> | $10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ <b>E426d</b> 849 g <b>E426e</b> 5 N                    |
| <b>E427a</b> | 47088 J <b>E427b</b> 277778 J <b>E427c</b> 80 kW                                        |
| <b>E428a</b> | $Fs = 7 \text{ J}$ <b>E428b</b> $mgh = 156.96 \text{ mJ}$                               |
| <b>E428c</b> | $\frac{1}{2}mv^2 = 0.49 \text{ J}$ <b>E429a</b> $m \cdot g \cdot h = 141.264 \text{ J}$ |
| <b>E429b</b> | $F \cdot s = 4 \text{ J}$ <b>E429c</b> $\frac{1}{2}Ds^2 = 5.6 \text{ J}$                |
| <b>E429d</b> | $\frac{1}{2}mv^2 = 10.8 \text{ J}$ <b>E430a</b> 6.25 m                                  |
| <b>E430b</b> | $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ <b>E430c</b> 25 <b>E430d</b> 2.998                       |
| <b>E431a</b> | $P = \frac{W}{t} = 5 \text{ W}$ <b>E431b</b> $W = F \cdot s$                            |
| <b>E431c</b> | $h = 1.5 \text{ m} \quad W = mgh = 5.886 \text{ J}$                                     |
| <b>E431d</b> | $W = \frac{1}{2}mv^2 = 45 \text{ J}$ <b>E432a</b> $\frac{1}{4}mg = 588.6 \text{ N}$     |

- 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**  $10.595 \text{ J}$
- E434b**  $2889.9 \text{ J}$  **E436a**  $145 \text{ kJ}$
- 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  $223.668 \text{ J}$
- E442**  $W_H = 4120.2 \text{ J}$   $W_R = 1427.28 \text{ J}$   $W_{ges} = 5547.48 \text{ J}$

~~~~~ **Energieformen** ~~~~~

- E460a** 6.867 J **E460b** 11.631 MJ **E460c** circa 0 J
- E460d** Schwerpunkt: $2.8 \text{ kg} \cdot g \cdot 0.3 \text{ m} = 8.24 \text{ J}$
- E461a** 1.471 J **E461b** 6.867 J **E461c** 21.582 J
- E461d** 708.282 J **E462a** 43.750 mJ
- E462b** 18.75 kJ **E462c** 448.581 kJ
- E462d** 21.701 kJ **E462e** 7.65 MJ **E463a** 11.760 J
- E463b** 2.85 J **E463c** 6 J **E463d** 7.357 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**  $25000 \text{ J}$  **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
- 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**  $6.165 \text{ m}$  **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**  $44.145 \text{ m}$  **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**  $h = (v^2 - v_0^2)/(2g) = 4.893 \text{ m}$

~~~~~ **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 cm **E644b** 1.2 cm **E646a** $125 \frac{\text{N}}{\text{cm}}$
- E646b** 509.68 m **E646c** $89.443 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E648a** $1.38 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E648b** 26.9 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 m **E654a** 100.0 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 m **E702b** α^2 -fach
- E704a** 227.5 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%
- E706e** $W_{AB} = |\overline{AB}| \cdot F_R = 30.7 \text{ mJ}$ $W_{kin}(A) = \frac{1}{2} M v_A^2 = 122.63 \text{ mJ}$
 $W_{kin}(B) = W_{kin}(A) - W_{AB} = 91.97 \text{ mJ}$
 $v_B = 0.8578 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E708a** $f = \frac{v_0^2}{2gs} = 0.0191$
- E708b** $\frac{1}{2} m v_0^2 = \frac{1}{2} m v^2 + m g f s$ $v = \sqrt{v_0^2 - g f s} = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot v_0} = 10.61 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E710** $W_{kin} = 551.25 \text{ kJ}$ $W_{R,80m} = 560 \text{ kJ}$
 $s = W_{kin} / F = 78.75 \text{ m}$
- E712a** 75% **E712b** 73.4 cm
- E714a** $79.24 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 285.25 \frac{\text{km}}{\text{h}}$ **E714b** 99%
- E716a** $W_0 = 2236.68 \text{ J}$ $v = 8.859 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E716b** $W_R = 1200 \text{ J}$ $v = 6.031 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ **E718a** $18.32 \frac{\text{m}}{\text{s}}$
- E718b** $17.06 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

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 tagsüber 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

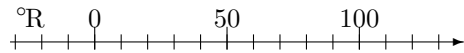
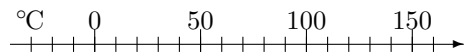
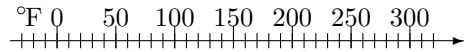
| | | | | |
|-------|------|-----|-----|-----|
| a) 77 | -10 | 20 | 50 | 0.5 |
| b) 35 | -15 | 8 | 45 | 1 |
| c) 80 | -50 | 0 | 250 | 0.2 |
| d) 37 | 23 | 42 | 58 | 2 |
| e) -5 | -110 | -50 | 25 | 0.5 |

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

T83c im Wärmeren; schon bei kleineren ϑ -Änderungen unterscheidbare I

- T84** $30^\circ\text{R} = 37.5^\circ\text{C}$ **T86** $7\frac{2}{9}^\circ\text{C}$

- T87** -40°F und -40°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 ϑ -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**  $\Delta l = 1 \text{ mm}$   $s = 8.96 \text{ mm}$
- 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 l
- T164b** etwa 52 l
- 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 |     |              |
| <b>G0c</b> | $V$   | $T$    | steigt    | $p$ | <b>G1a</b> 2 |
|            | $p$   | $T$    | steigt    | $V$ |              |
|            | $T$   | $V$    | fällt     | $p$ |              |
|            | $p$   | $V$    | steigt    | $T$ |              |

**G1b** sie liegen auf Geraden durch  $(-273|0)$

**G1c** die Geraden werden Ursprungsgeraden  $\rightarrow$  einfacher

**G2a** ideal:  $-273^\circ\text{C}$  **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 |
| $^\circ\text{C}$ | -273   | 0   | -17.8 | 37   | -225.89  | 82.22 |
| $^\circ\text{R}$ | -218.4 | 0   | -14.2 | 29.6 | -180.712 | 65.78 |
| $^\circ\text{F}$ | -459.4 | 32  | 0     | 98.6 | -374.602 | 180   |

**G4** **G5a** 273 K

**G5b**  $-273^\circ\text{C}$  **G5c** 303 K **G5d**  $-243^\circ\text{C}$

**G5e** 173 K **G5f**  $27^\circ\text{C}$  **G5g** 3796 K

**G5h**  $5519^\circ\text{C}$  **G5i** 20 K **G6**  $V(0^\circ\text{C}) = 67.53\text{ cm}^3$

**G7** das sind  $36,5^\circ\text{C}$ , ganz normal, kein Fieber

**G8a**  $19.229\text{ cm}^3$  **G8b** auf  $162.78\text{ K}$  um  $130.22\text{ K}$

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

**G10**  $32\text{ cm}^3$  1000 K 24.61  $360\text{ cm}^3$  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**  $2 \cdot 300\text{ K}$ ,  $327^\circ\text{C}$  **G20b**  $167^\circ\text{C}$

**G20c** bei Hochdruck zu kleine Anzeige

**G21a** Skalierung 3K pro Winkelgrad außen: 300 und 420 innen:  $-120$  und  $0$

**G21b** 570 K bzw.  $297^\circ\text{C}$

**G21c** von der 300 K-Markierung aus  $100^\circ$  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** [ $^\circ\text{C}$ ] 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** $(236.92 - 8)1$

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

$296\text{ K} \cdot \frac{0.25}{1.6} \cdot \frac{60}{12} = 231.250\text{ K}$

$\vartheta_2 = -41.75^\circ\text{C}$

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

G272a $998\text{ kPa} = 9.98\text{ bar}$ **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 $1591\text{ mol} = 9.58 \cdot 10^{26}$ 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**  $19\text{ }^\circ\text{C}$  **W8**  $24300\text{ J}$  **W10**  $1,3\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

**W12a**  $19\text{ }^\circ\text{C}$  **W12b**  $400$   
**W13a** pro Grad  $2160\text{ J} : 12 = 180\text{ J}$  für  $16\text{ }^\circ\text{C}$  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  $20\text{ }^\circ\text{C}$  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**  $c_{Fl.} = 4680\frac{\text{J}}{\text{K}}$   $W_{Glas} = 10080\text{ J}$   $W_{Saft} = 88200\text{ J}$   $W_{ges} = 98280\text{ J}$

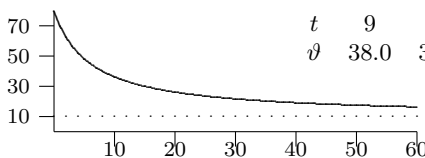
**W18a**  $U = 9,425\text{ cm}$   $W = 332,8\text{ J}$   $\Delta\vartheta = 2,8\text{ K}$   
 $c_{Fe} = 0,4755\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$   
**W18b** Mit-Erwärmung sonstiger Körper  
**W18c**  $4,5\text{ cm}$  **W18d** zu i)  $21,97\text{ }^\circ\text{C}$  zu ii)  $21,03\text{ }^\circ\text{C}$   
**W20**  $\rho_{Al} = 2,7\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$   $m = 1382,4\text{ g}$   $W = 311,04\text{ J}$   
**W22**  $34\text{ }^\circ\text{C}$  **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**  $0,00103\frac{\text{kJ}}{\text{g}\cdot\text{ }^\circ\text{C}} = 1030\frac{\text{J}}{\text{kg}\cdot\text{ }^\circ\text{C}} = 1,03\frac{\text{kJ}}{\text{kg}\cdot\text{K}}$

**Mischungsaufgaben**

**W80**  $0,222\frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$  **W81a**  $45\text{ }^\circ\text{C}$  **W81b**  $84\text{ }^\circ\text{C}$   
**W81c**  $27\text{ }^\circ\text{C}$  **W81d**  $80\text{ }^\circ\text{C}$  **W81e**  $333\text{ K}$   
**W82a**  $51,25\text{ }^\circ\text{C}$  **W82b** dieselbe **W82c** dieselbe  
**W84**  $3001$  **W86**  $482,7\text{ }^\circ\text{C}$

**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**  $80,5\text{ }^\circ\text{C}$  **W91a**  $45,833\text{ }^\circ\text{C}$   
**W91b**  $58,525\text{ }^\circ\text{C}$   
**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**  $5,90\text{ }^\circ\text{C}$  **W152b**  $4,24\text{ }^\circ\text{C}$   
**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**  $64500\frac{\text{J}}{\text{g}} = 6,45\frac{\text{cJ}}{\text{mg}}$   
**W160a**  $\vartheta = 0\text{ }^\circ\text{C}$   $m_{Eis} = 31\text{ g}$   $m_W = 489\text{ g}$   
**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**  $69,44\text{ }^\circ\text{C}$   
**W280c** Sand übernimmt Wärme **W280d**  $1367,2\text{ N}$   
**W282a**  $W_{Lage} \rightarrow W_{Bew.} + W_{inn.}$   
**W282b**  $mgh = c_W m \Delta\vartheta$   $\Delta\vartheta = 0,234\text{ }^\circ\text{C}$   
**W282c**  $\Delta\vartheta = \frac{gh - \frac{1}{2}v^2}{c_w} = 0,226\text{ }^\circ\text{C}$  **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**  $\Delta\vartheta = 50,2\text{ }^\circ\text{C}$   $\Delta W = 8132,53\text{ J}$   
**W290** Erwärmung bei  $p = const$  erfordert zusätzl. Arbeit zur Volumen-Ausdehnung gegen äußeren Druck  
**W292a**  $V_{Luft} = 444501$   $m_{Luft} = 57785\text{ g}$   
 $c_{gesamt} = 99785\frac{\text{J}}{\text{K}}$   $\vartheta_M = 41,6\text{ }^\circ\text{C}$   
**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:  $\sqrt[12]{2^4} = 1,2599 \approx 5/4$