

Elektrische Ladung

Ladungsphänomene

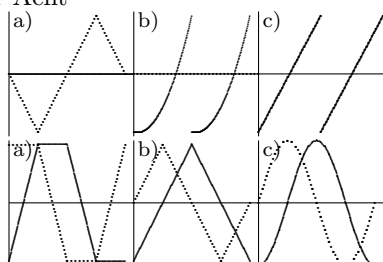
- L2** Anziehung
L4 gleiches Vorzeichen → Abstoßung ungleiches Vorzeichen → Anziehung
L6a außen **L6b** außen **L6c** außen **L6d** innen
L8 K1, K2: je $+\frac{1}{4}Q$ K3: $-\frac{1}{2}Q$
L10 mit U : „ping-pong“ ohne U und Pusten: auspendeln
L12 keine
L14 Ladungstrennung durch Annäherung von Ladung ohne Berührung
L15a nur während: Leuchten, denn $\oplus$ zieht Elektronen aus der Erde in die große Kugel
L15b Leuchten, denn kleine Kugel entladen und Elektronen strömen aus großer zurück in Erde
L16c alle Vorzeichen, kein sichtbarer Unterschied
L18a Kontakt A-B, Annäherung C, Trennung A-B
L18b **A** + **B** -

Elektronen

- L60** Neutronen (0) Protonen (+) Elektronen (-)
L61 $n = 12.4844 \cdot 10^6 = 2 \cdot 6.2422 \cdot 10^6$
L62a - an Katode **L62b** Verdampfen **L62c** -
L62d ja, wenn geheizt
L63 a) ooxoo b) oxoox c) xooxo d) xoooo e) ooxoo f) ooxoo
L64a Elektronen drauf **L64b** Elektronen runter
L64c Elektronen aus Erde kommen drauf
L64d Elektronen treten über
L64e Elektronen aus Becher gehen auf Kugel über
L65 $Q_A = Q_C = -4.806 \text{ nC}$ $Q_B = 0 \text{ C}$
L66 $1.5 \cdot 10^{20}$ **L68** $W = Q \cdot U = 2.403 \cdot 10^{-19} \text{ J}$
L70a $16 \text{ C/e} = 9.99 \cdot 10^{19}$ **L70b** $V = 1.175 \text{ mm}^3$
L70c $l = 0.47 \text{ mm}$ **L70d** $0.47 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
L71a $Q = I \cdot t = 2160 \text{ C}$ $z = Q/e = 13.483 \cdot 10^{21}$
L71b nein, ebensoviele e^- treten im Pluspol ein
L71c $W = U \cdot I \cdot t = 3240 \text{ J}$ **L72** B
L74 $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

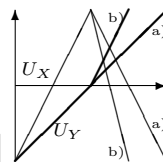
Braun'sche Röhren

- L120a** heizen, beschleunigen, ablenken x&y
L120b Schirm ist mit Leucht-Stoff beschichtet
L120c x-y, t-y
L124 a) horizontal hin, her
b) diagonal von links oben nach rechts unten
c) auf einer Acht



L126c

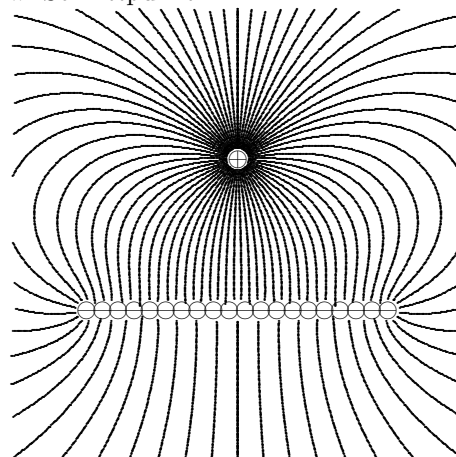
L128c



L130

L132 $U = \frac{W}{Q} = \frac{F \cdot d}{Q} = \frac{F}{Q} \cdot d = E \cdot d$

L133 wäre widersprüchliche Richtungsangaben im Knick- bzw. Schnittpunkt



L134

Elektrische Größen

Stromstärke und Ladung

- G1a** 675 **G1b** 232 s
G1c $N = A \cdot t$ mit $A = 0.75/\text{s} = 45/\text{min} =$ Ameisenzählrate, -Passierquote, -Stromstärke
G4 Autos/Stunde m^3/s W bit/Sekunde
G5a $2.4 \text{ g/s} = 144 \text{ g/min} = 8.64 \text{ kg/h}$
G5b $2\frac{1}{2} \text{ min}$ $12500 \text{ s} = 3 \text{ h } 28' 20''$
G5c $M = 2.4 \frac{\text{g}}{\text{s}} \cdot t$ $K = 80000 \frac{\text{Stück}}{\text{s}} \cdot t$
G5d Körner $\hat{=}$ Elektronen Masse $\hat{=}$ Ladung
G6 2520 C **G8** 25 A **G10** 15 s **G12** 0.16 ms
G14 14 C **G16** $t = Q/I = 0.192 \text{ C}/0.0032 \text{ A} = 60 \text{ s}$
G17 $t = Q/I = 86400 \text{ s} = 1 \text{ d}$ **G18a** 10 h
G18b 50 A
G20a $Q = I \cdot t = 1200 \text{ mAh} = 0.6 \text{ A} \cdot 7200 \text{ s} = 4320 \text{ C}$
G20b $t = Q/I = 72 \text{ C}/0.6 \text{ A} = 120 \text{ s}$
G20c $3 \cdot 3 \text{ h} = 9 \text{ h}$ **G22** $10\frac{2}{3} \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$
G24 $I_1 = 0.5 \text{ mA} > I_2 = 0.45 \text{ mA}$
G26 $I = 40 \text{ A}$ $A \geq 5 \text{ mm}^2$

Spannung

- G80** a) 3.6 b) 1.2 c) 1.2 d) 3.6 e) 0 f) 3.6 g) 1.2 h) 7.2
G81 4 Stück in Serie
G82 je 2 Lämpchen & Batterien seriell: I gleich, U doppelt
2 Lämpchen parallel & 1 Batterie (oder 2 parallel): I doppelt, U gleich
G84 $V = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{A} \cdot \text{s}^3}$ **G86** seriell **G88** 20 V (4 V)
G90 19.5 nJ **G92** 1.5 V
G94 $U_{AB} = 4000 \text{ V}$ $U_{BC} = -3000 \text{ V}$ $W_{AC} = 3 \mu\text{J}$
G96 $Q = W/U = 4 \text{ C}$

~~~~~Leistung~~~~~

G140 $V \cdot A = \frac{J}{C} \cdot \frac{C}{s} = \frac{J}{s} = W$
G142 immer: elektrische Energie $\rightarrow$ Wärme des Glühdrahtes bei bereits erhitztem Draht zusätzlich: Wärme Draht $\rightarrow$ Wärme Umgebung, Licht
G143 400 A **G144** $t = W/P = 30 \text{ s}$ **G146** 0.9 W
G148 720 J **G150** 0.030 kWh **G152** 94.5 MW
G154a 0.261 A **G154b** 3680 W
G155a $I = P/U = 3.75 \text{ A}$ $Q = I \cdot t = 225 \text{ C}$
G155b $W = 2700 \text{ J}$ **G156b** 1.2 W
G156c 12960 J **G158** 294 V
G159 $U = R \cdot I = 30 \text{ V}$ $P = U \cdot I = 150 \text{ W}$
 $W = R \cdot I^2 \cdot t = 36000 \text{ J}$

~~~~~Widerstand~~~~~

G220a $R = U/I = 5 \Omega$ **G220b** $P = U \cdot I = 8820 \text{ W}$
G222 $U = R \cdot I = 1692 \text{ V}$ **G224** 6 Ω **G226** 40 V
G228 $\frac{1}{2} \text{ A}$ **G230a** 90 Ω **G230b** durch (50|6)
G232 $I_{80} = 495 \text{ mA}$ $I_{88} = 90.90\% I_{80} = 450 \text{ mA}$
 $I_{72} = 111.1\% I_{80} = 550 \text{ mA}$ $I = 500 \text{ mA} \pm 10\%$
G234 $U^2/R = P = RI^2$
G236a $I = 5 \text{ A}$ $P = 1150 \text{ W}$
 $W = 1.035 \text{ MJ} = 0.288 \text{ kWh}$
G236b $49\frac{1}{2}^\circ \text{C}$ **G238** 529 Ω
G240 $\Delta W = 10.5 \text{ kJ}$ $P = 35 \text{ W}$ $U = 20.5 \text{ V}$
G242c 4 Ω

~~~~~Vermischtes~~~~~

G300 8.33 A
G301a $Q = I \cdot t = 0.7 \text{ A} \cdot 18000 \text{ s} = 12600 \text{ C}$
G301b $t = Q/I = 90 \text{ s}$ **G302** $881\frac{2}{3} \Omega$
G304 5.73 s **G305b** $R = 4 \text{ V}/5 \text{ A} = 0.8 \Omega$
G306 216 kC **G308** 252 s **G310b** 2 h
G310c 3456 J
G311 $1/9$ $P_{neu} = RI_{neu}^2 = R \cdot (\frac{1}{3} I_{alt})^2 = \frac{1}{9} P_{alt}$
G312a $\cdot 9$ **G312b** +21% (−19%)
G314 $P = U \cdot I = 920 \text{ W}$ $W = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 52920 \text{ J}$
 $t = W/P = 57.5 \text{ s}$
G316a $I = 1.667 \text{ A}$ $t = 30 \text{ h}$ morgen früh, 5⁰⁰ Malaysia
G316c $Q = 180000 \text{ C} = 1.124 \cdot 10^{24} \cdot e$
G316d $I = 0.417 \text{ A}$ $R = 28.8 \Omega$ **G318** 36%
G322a $t = Q/I = 6000 \text{ s}$
G322b $W = Q \cdot U = 180 \text{ mJ}$ **G324a** 50 Ω
G324b 4 A **G324c** 920 W **G326a** 25 V
G326b 6 J **G326c** 1.5 s **G328a** 36 J
G328b 12 C **G332a** $t = Q/I = 5 \text{ s}$
G332b $I = U/R = 0.6 \text{ A}$
G332c $\Delta W = \Delta P \cdot t = 360 \text{ kJ}$
G333a $R = U/I = 80 \Omega$ **G333b** $Q = I \cdot t = 5 \text{ C}$
G333c $W = Q \cdot U = 60 \text{ kJ}$
G334a $U = R \cdot I = 375 \text{ V}$ **G334b** $I = P/U = 3.75 \text{ A}$
G334c $P = U^2/R = 250 \text{ W}$
G335a $I = P/U = 0.2 \text{ A}$
G335b $R = U^2/P = 2300 \Omega$

G335c $t = W/U/I = 10 \text{ s}$ **G336a** $U = W/Q = 6 \text{ V}$
G336b $W = R \cdot I^2 \cdot t = 36000 \text{ J}$
G336c $W = Q \cdot U = 200 \text{ J}$
G338a $R = U/I = 1150 \Omega$
G338b $W = P \cdot t = 3.6 \text{ MJ}$ **G338c** $I = Q/t = 4 \text{ A}$
G340a $P = W/t = 25 \text{ W}$ **G340b** $Q = I \cdot t = 3600 \text{ C}$
G340c $U = P/I = 75 \text{ V}$
G342a $\Delta I = \Delta U/R = 0.2 \text{ A}$
G342b $Q = I \cdot t = 720 \text{ C}$ **G342c** $I = \sqrt{P/R} = 3 \text{ A}$

Elektrische Schaltungen

~~~~~Knoten- und Maschenregel~~~~~

S-10	Stelle	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
	Autos	472	293	45	J	134
Stelle	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)
Autos	D	A	E	B	179	A

S-8	Stelle	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
	Liter/Min.	50	15	25	35	H
Stelle	(F)	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)
Liter/Min.	D	A	10	B	D	A

S-2 5 Gebiete

S-1 1=Schaltung 2=Netzgerät 3=Elektronen
 4=Leitung 5=Leitungen 6=Elektronen 7=Widerstände
 8=Leitungen 9=Widerständen 10=Potenzial
 11=Widerstand 12=Isolation 13=Elektronen
 14=Differenz 15=Spannung 16=Stromstärke

~~~~~Serienschaltung~~~~~

S0a rechts 1) größere Druckdifferenz aufgrund größeren Höhenunterschieds und 2) größere Öffnung
S0b sinkt ab
S0c links/rechts wegen steigender/fallender Druckdifferenz Abnahme/Zunahme der Stromstärke
S0d Angleichung der Stromstärken, Pegel stabil auf einem Niveau näher am rechtem als dem linken Niveau
S2a $\Delta p_1 = 8 \text{ bar}$ $\Delta p_2 = 1 \text{ bar}$ **S2b** [1]
S2c sie steigen **S2d** $I_1 \downarrow, I_2 \uparrow$
S2e $p_M \rightarrow 4 \text{ bar}, (I_1 = I_2)$ **S4** $p_M \rightarrow 4 \text{ bar}$
S6d $R_{12} = 500 \Omega$ $I = 240 \text{ mA}$ $U_1 = 48 \text{ V}$ $U_2 = 72 \text{ V}$
S8 $R_{AB} = 650 \Omega$ $I = 200 \text{ mA}$ $U_A = 36 \text{ V}$ $U_B = 94 \text{ V}$
S10a $R_{123} = 880 \Omega$ $I = 125 \text{ mA}$
S10b $U_1 = 20 \text{ V}$ $U_2 = 40 \text{ V}$ $U_3 = 50 \text{ V}$
S12a $U_{AD} = 40 \text{ V}$ $U_{AC} = 4 \text{ V}$ $U_{AB} = 0.4 \text{ V}$
S12b z.B. 5 Ω , 7 Ω , 12 Ω in Serie **S14a** 30 V
S14b 30 V **S14c** $I = 333 \text{ mA}$ $U = 50 \text{ V}$
S14d $I = \sqrt{P/R} = 577 \text{ mA}$ $U = 86.6 \text{ V}$ **S16** 2 V
S18 n-mal so groß wie beim einzelnen
S22 „halb“ hell **S24** 21
S26 $I = 214.3 \text{ mA}$ $R_{ges} = 56 \Omega$ $R_v \geq 14 \Omega$
S28a 500...0 mA **S28b** $I/A = 50/(100+x)$
S30 fällt **S32a** $\rightarrow 2 \Omega$ **S32b** $\rightarrow 1.1 \Omega = \frac{10}{9} \Omega$

- S32c** $1; 1\frac{2}{3}; 2\frac{1}{9}; 2\frac{11}{27}; 2\frac{49}{81} \rightarrow 3\Omega$
- S34** offen: nur $\textcircled{V}$ über Schalter $\neq 0$ zu: nur $\textcircled{V}$ über Schalter = 0
- S36** alles in Serie mit $R_V = 0.9\text{ V}/0.03\text{ A} = 30\Omega$
parallelgeschaltet in Serie mit $R_V = 2.7\text{ V}/0.06\text{ A} = 45\Omega$
- S38a** größerer Druckunterschied links
- S38b** Zustrom nimmt ab Pegel fällt Druckdifferenzen gleichen sich an Abstrom nimmt zu
- S38c** Fließgleichgewicht mit Pegel in halber Höhe
- S40a** $R_{LR} = 50\Omega$ $I = 1.2\text{ A}$ $U_R = 36\text{ V}$
- S40b** $U_{LR} = 10\text{ V}$
- S40c** $I = U_R/R_R = 0.1\text{ A}$ $R_L = 997\text{ V}/0.1\text{ A} = 9970\Omega$

~~~~~ Parallelschaltung ~~~~~

- S78** mehr Staus, Gedränge, höhere Preise zu Stoßzeiten; führt zu Ausweichen auf andere Wege, so dass deren Kosten ebenfalls steigen; Trend zu selben Kosten über allen parallelen Wegen; Kosten=Spannung;
- S79a** $I_K = 300\text{ mA}$ $U_K = 30\text{ V}$
- S79b** $I_K = 120\text{ mA}$ $U_K = 12\text{ V}$
- S80d** $R_{12} = 120\Omega$ $I = 1\text{ A}$ $I_1 = 600\text{ mA}$ $I_2 = 400\text{ mA}$
- S82** $R_{AB} = 260\Omega$ $I = 500\text{ mA}$ $I_A = 276.6\text{ mA}$
 $I_B = 223.4\text{ mA}$
- | | | | | |
|------------|-----|------|---------|-------|
| | 10 | 20 | 60 | |
| S86 | 30 | 7.5 | 12 | 20 |
| | 50 | 8.3 | 14.2857 | 27.27 |
| | 100 | 9.09 | 16.6 | 37.5 |
- S88a** $R_{12} = 100\Omega$ $R_{123} = 80\Omega$ $I = 11.25\text{ A}$
- S88b** $I_1 = 6\text{ A}$ $I_2 = 3\text{ A}$ $I_3 = 2.25\text{ A}$ **S90a** 100Ω
- S90b** 24Ω **S92a** $R_S = R_1 + R_2 + R_3 = 3210\Omega$
- S92b** $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = 0.1053/\Omega$ $R_P = 9.49367\Omega$
- S94** $999\text{ k}\Omega$ **S96a** $R_{12} = 36\Omega$ $U = 7.2\text{ V}$
- S96b** 12 V **S96c** $U = 20\text{ V}$
- S96d** $U = \sqrt{P \cdot R} = 34.641\text{ V}$ **S98** 8 A
- S100** $R_1 = 2116\Omega$ $I_1 = 108.7\text{ mA}$ $I_8 = 870\text{ mA}$
- S102** 1108Ω
- S104a** $20 \rightarrow 15$ $40 \rightarrow 24$ $60 \rightarrow 30$ $80 \rightarrow 34.3$ 37.5
 $120 \rightarrow 40$
- S104b** Schnittstellen=Ersatz-R's
- S108a** $\infty \dots 500\text{ mA}$ **S108b** $I/A = 0.5 + \frac{50}{x}$
- S110a** $\rightarrow \frac{1}{2}\Omega$ **S110b** $\rightarrow 0\Omega$ **S112** Leitwerte
- S114** $1/n$ -mal so groß wie beim einzelnen

~~~~~ Komplexe Schaltungen ~~~~~

- | | | | | | | |
|-------------|----|-----|---|----|----|-----|
| | A | B | C | D | E | F |
| S158 | 18 | 8 | | 20 | 10 | 8 |
| | 1 | 1,5 | 5 | 5 | 4 | 2,5 |
- S159** $I_B = I_F = \frac{1}{2}I_E$ $U_E = 2U_F$ $U_{EBF} = 3U_F = U_A$
 $I_A = 1.5\text{ A}$
- | | | | | | |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S160 | I_4 | I_5 | U_1 | U_3 | U_5 |
| | 2 A | 3 A | 1 V | 3 V | 9 V |
- | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| S162a | U_1 | U_4 | I_2 | I_4 | I_6 | R_3 |
| | 4V | 20V | 3A | 1A | 5A | 3Ω |
- S162b** 36 V
- S164** $R_{34} = 120\Omega$ $R_{1-4} = 300\Omega$ $I_1 = I_2 = 100\text{ mA}$
 $U_1 = U_2 = 9\text{ V}$ $U_3 = U_4 = 12\text{ V}$ $I_3 = 60\text{ mA}$ $I_4 = 40\text{ mA}$
- S166** 720Ω 360Ω 160Ω 80Ω

- S168** $900\Omega - 92.3\Omega = 807.7\Omega$
- S169** $R_{23} = 100\Omega$ $R_{235} = 80\Omega$ $R_{1-5} = 180\Omega$
 $I_{1-5} = 2\text{ A} = I_{235}$ $U_{235} = 160\text{ V} = U_{23}$ $I_{23} = 1.6\text{ A} = I_3$
 $U_3 = 80\text{ V}$
- S170** $\frac{720\Omega}{11} = 65.45\Omega$ sonstige: 720Ω 440Ω 330Ω 264Ω
 180Ω 160Ω 100Ω
- S172a** 280Ω **S172b** $I_5 = 1.5\text{ A}$ $I_1 = 0.5\text{ A}$
 $U_4 = 180\text{ V}$ $U_2 = 60\text{ V}$
- S172c** R_{ges} doppelt I_i halb U_i gleich
- S174a** $I = 100\text{ mA}$ $U_1 = U_2 = 10\text{ V}$ $U_3 = 4\text{ V}$
- S174b** $I_3 = 300\text{ mA}$ $I_4 = 240\text{ mA}$ $I_{1,2} = 60\text{ mA}$
 $U_3 = U_4 = 12\text{ V}$ $U_1 = U_2 = 6\text{ V}$
- | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | I_1 | I_2 | I_3 | U_1 | U_2 | U_3 |
| S176b | auf | 1 | 1 | 0 | 1/2 | 1/2 |
| | zu | 1 | 1/2 | 1/2 | 2/3 | 1/3 |
- | | | | | |
|--------------|--------------------|-------------|---|---|
| S176c | $+33\frac{1}{3}\%$ | S178 | 2 | 4 |
| | | | 6 | 0 |
- S180** Lücken R_i : 50 150 100 150
 U_i : 15 18 5.2 I_i : 220 120
- S182** $U_2 = 80\text{ V}$ $U_1 = U_X = 35\text{ V}$ $I_1 = 350\text{ mA}$
 $I_X = 50\text{ mA}$ $R_X = 700\Omega$
- S183** $499\text{ k}\Omega$ **S184** 12 V
- S186a** $R_{AB} = 40\Omega$ $R_{ABV} = 120\Omega$ $I_V = 0.3\text{ A}$
 $U_V = 24\text{ V}$ $U_{AB} = 12\text{ V}$ $I_A = I_B = 0.15\text{ A}$
- S186b** $R_{AB} = 36\Omega$ $R_{ABV} = 180\Omega$
 $I_{ABV} = 200\text{ mA} = I_{AB}$ $U_{AB} = 7.2\text{ V} = U_A$ $I_A = 80\text{ mA}$
- S188** $I = 4\text{ A}$ $R = 1.25\Omega$ $R_{ges} = 3\Omega$ $R_V = 1.75\Omega$
 $P_V = 28\text{ W}$
- S190** $I = 50\text{ mA}$ $R_V = 40\Omega$
- S191a** $R_{12} = 5\Omega$ $R_{123} = 15\Omega$ $I_{123} = 2.4\text{ A} = I_{12}$
 $U_{12} = 12\text{ V} = U_2$ $I_2 = 2\text{ A}$
- S191b** $U_3 = R_3 \cdot I_3 = 9\text{ V}$ $U_2 = U_4 - U_3 = 21\text{ V}$ $I_2 = I_3$
 $R_2 = U_2/I_2 = 7\Omega$
 $I_4 = U_4/R_4 = 5\text{ A}$ $I_1 = I_3 + I_4 = 8\text{ A}$ $U_1 = U_0 - U_4 = 40\text{ V}$
 $R_1 = U_1/I_1 = 5\Omega$
- S192a** $U_0 = 9.6\text{ V}$ $R_S = 64\Omega$ $I = 150\text{ mA}$ $U_{24} = 3.6\text{ V}$
 $U_{40} = 6.0\text{ V}$
- S192b** $R_P = 15\Omega$ $I_0 = 640\text{ mA}$ $I_{24} = 400\text{ mA}$
 $I_{40} = 240\text{ mA}$
- S194a** $R_S = 162\Omega$ $R_P = 40\Omega$ **S194b** 180 V
- S194c** $I = 500\text{ mA}$ $U_{90} = 45\text{ V}$ **S194d** 400 mA
- S196** $R_{134} = \frac{2}{3}R = 160\Omega$ $R_{1-5} = \frac{5}{8}R = 150\Omega$
 $I_5 = 500\text{ mA}$
 $I_2 = (100 + 200)\text{ mA}$ $U_2 = 72\text{ V}$ $U_1 = U_4 = 24\text{ V}$
- S198a** $U_X = R_X \cdot I_X = 9\text{ V} = U_Y$
 $I_Y = U_Y/R_Y = 200\text{ mA}$
- S198b** $U_Z = U_{ges} - U_{XY} = 7\text{ V}$ $I_Z = I_X + I_Y = 350\text{ mA}$
 $R_Z = U_Z/I_Z = 20\Omega$
- S200** $R_{XY} = 180\Omega$ $R_{XYZ} = 320\Omega$ $I_Z = 350\text{ mA}$
 $U_Z = 49\text{ V}$ $U_{XY} = 63\text{ V}$ $I_X = 150\text{ mA}$ $I_Y = 200\text{ mA}$
- S202** $R_{23} = 15\Omega$ $R_{123} = 60\Omega$ $I_1 = 900\text{ mA}$ $U_1 = 40.5\text{ V}$
 $U_{23} = 13.5\text{ V}$ $I_2 = 150\text{ mA}$ $I_3 = 750\text{ mA}$
- S204** Ja: 2000Ω parallel dazuschalten
- S206a** 4 in Serie **S206b** 2 parallel
- S206c** 5 parallel
- S206d** Serie: 1-(2parallel)-(4parallel) **S208a** 60 mA
- S208b** 120 mA **S208c** 40 mA
- S210a** $U_A = 3,6\text{ V}$ $R_A = 3\Omega$ $R_{BC} = 7\Omega$
 $R_B = R_C = 14\Omega$

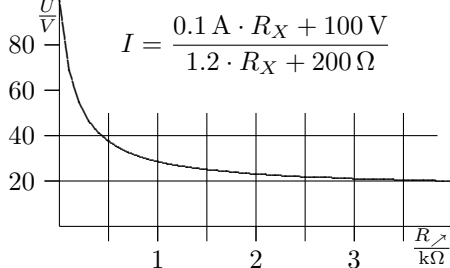
S210b $600\Omega = R_{ABC} = 1.5R_A$ $R_A = 400\Omega$

S211 $\frac{7}{5} \cdot R = 84\Omega$

S214a Strahler und Lämpchen in Serie mit
 $R_{ges} = 1000\Omega$ $I_S = I_L = 200\text{ mA}$ $U_L = 198\text{ V}$ (an)
 $U_S = 2\text{ V}$ (aus)

S214b Lämpchen kurzgeschlossen $I_L = 0\text{ A}$ $U_L = 0\text{ V}$ (aus)
 $U_S = 200\text{ V}$ $I_S = 20\text{ A}$ (an)

S214c Raumbeleuchtung durch Strahler; wenn Strahler aus, dient Lämpchen zur Beleuchtung des Schalters, damit er gefunden wird.



S216

$$83.33 < 96.77 < \frac{I}{\text{mA}} < 403.8 < 500$$

$$16.67 < 19.35 < \frac{U}{\text{V}} < 80.77 < 100$$

S217a $U_1 = U_2 < U_3 < U_4$

P_1 weg $I_1 = I_2 = 0, I_3 = I_4 = \frac{1}{2}I_{max}$

P_2 weg genauso

S217b P_3 weg $I_3 = 0, I_1 = I_2 = I_4 = \frac{1}{3}I_{max}$

P_4 weg alles aus

Schalter $I_1=0, I_2=I_3=\frac{1}{3}I_{max}, I_4=\frac{2}{3}I_{max}$

S218a $R_{34} = 100\Omega$ $R_{1-5} = 500\Omega$

$I_{ges} = I_1 = I_2 = I_5 = 0.6\text{ A}$ $I_3 = I_4 = 0.3\text{ A}$ $U_5 = 120\text{ V}$

$U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 60\text{ V}$

S218b $R_{123} = 400\Omega$ $R_{456} = 600\Omega$ $R_{1-6} = 240\Omega$

$R_{1-8} = 340\Omega$ $I_{ges} = I_7 = I_8 = 882.353\text{ mA}$

$I_1 = I_2 = I_3 = 529.412\text{ mA}$ $I_4 = I_5 = I_6 = 352.941\text{ mA}$

$U_7 = U_8 = 44.118\text{ V}$ $U_1 = U_2 = 52.941\text{ V}$ $U_3 = 105.882\text{ V}$

$U_4 = U_5 = U_6 = 70.588\text{ V}$

S220a $R_{34} = 400\Omega$ $R_{78} = 100\Omega$ $R_{3478} = 80\Omega$

$R_{ges} = 280\Omega$ $I_{ges} = I_1 = I_2 = 1.0714\text{ A}$ $I_3 = I_4 = 0.2143\text{ A}$

$I_7 = I_8 = 0.8571\text{ A}$ $U_1 = U_2 = 107.14\text{ V}$

$U_3 = U_4 = U_7 = U_8 = 42.857\text{ V}$

S220b $R_{17} = 150\Omega$ $R_{172} = 60\Omega$ $R_{17234} = 460\Omega$

$I_{ges} = I_3 = I_4 = 652.2\text{ mA}$ $I_2 = 391.3\text{ mA}$

$I_1 = I_7 = 260.9\text{ mA}$ $U_3 = U_4 = 130.4\text{ V}$ $U_2 = 39.1\text{ V}$

$U_1 = 26.1\text{ V}$ $U_7 = 13.0\text{ V}$

S220c $R_{13} = R_{26} = 300\Omega$ $R_{134} = R_{265} = 120\Omega$

$R_{ges} = 290\Omega$ $I_{ges} = I_7 = 1.0345\text{ A}$

$I_1 = I_3 = I_2 = I_6 = 413.8\text{ mA}$ $I_4 = I_5 = 620.7\text{ mA}$

$U_7 = 51.72\text{ V}$ $U_4 = U_5 = 124.14\text{ V}$ $U_1 = U_2 = 41.38\text{ V}$

$U_3 = U_6 = 82.76\text{ V}$

S222a $R_{34} = R_{2-5} = R_{1-6} = 100\Omega$

$R_{2-4} = R_{1-5} = 200\Omega$ $I_{ges} = 3\text{ A}$ $I_1 = I_6 = 1.5\text{ A}$

$I_2 = I_5 = 750\text{ mA}$ $I_3 = I_4 = 375\text{ mA}$ $U_6 = 300\text{ V}$

$U_5 = U_1 = 150\text{ V}$ $U_2 = U_3 = U_4 = 75\text{ V}$

S222b $R_{13} = R_{24} = 66\frac{2}{3}\Omega$ $R_{1-4} = 133\frac{1}{3}\Omega$ $I_{ges} = 2.25\text{ A}$

$I_1 = I_2 = 1.5\text{ A}$ $I_3 = I_4 = 0.75\text{ A}$

$U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 150\text{ V}$

S222c $R_{24} = 300\Omega$ $R_{35} = 400\Omega$ $R_{2-6} = 92.3\Omega$

$I_{ges} = 3.25\text{ A}$ $I_1 = 0\text{ A}$ $I_2 = I_4 = 1\text{ A}$ $I_3 = I_5 = 0.75\text{ A}$

$I_6 = 1.5\text{ A}$ $U_1 = 0\text{ V}$ $U_2 = 100\text{ V}$ $U_4 = 200\text{ V}$

$U_3 = U_5 = 150\text{ V}$ $U_6 = 300\text{ V}$

S224a $117\frac{1}{7}\text{ V}$ **S224b** $233\frac{7}{11}\text{ V}$ **S226a** 2.625 V

S226b $3\frac{11}{12}\text{ V}$ **S226c** 6.95 V **S228a** $2\frac{19}{21}\text{ A}$

S228b 1 A **S228c** 0 A **S230a** $I_1 \rightarrow 0$

S230b I_1 steigt **S230c** I_1 fällt

S232 ($R_{1,2}$ parallel) in Serie mit R_3

S234a $I_0 = I_1 + I_2, I_1 = I_2$

S234b $I_2 = 0$ $I_0 = I_1$, L0 dunkler, L1 heller als in a)

S234c $I_1 = I_2 = 0$, nur L0 sehr hell

S236 $R_{2X} \uparrow$ $R_{2X}/R_1 = U_{2X}/U_1 \uparrow$ $U_{2X} \uparrow$ $U_1 \downarrow$ $I_1 \downarrow$ $I_2 \uparrow$ $I_X \downarrow$

S238a 420Ω **S238b** 26.582Ω

S238c $800\Omega/50 = 16\Omega$ **S238d** 1Ω

S239a 55Ω und 66Ω

S239b aus $R + R_2 = S$ und $RR_2/(R + R_2) = P$

$R = \frac{1}{2} \cdot (S \pm \sqrt{S(S - 4P)})$ nur lösbar mit $S - 4P \geq 0$

S240a $R_{12} = 48\Omega$

$I_{ges} = 2\text{ A} = 1.2\text{ A} + 0.8\text{ A}$ $U_{12} = 96\text{ V}$ $R_{ges} = 126\Omega$

$U_V = 156\text{ V}$

S240b $U_{12} = 192\text{ V}$ $U_V = 60\text{ V}$ $R_{XV} = 15\Omega$
 $R_X = 18\frac{4}{7}\Omega$

S242a G1 und G2: gleich und jeweils halbe

Maximalspannung

G3: aus

S242b G2 und G3: gleich, weniger als G2 zuvor

G1: mehr als zuvor, nicht maximal

S242c alle aus

S242d G1 aus, G2 und G3 maximal hell

S244 $R_{13} = 400\Omega$ $R_{134} = 150\Omega$ $R_{1234} = 350\Omega$

$I_{1234} = 2\text{ A} = I_2$ $U_2 = 400\text{ V}$ $U_{134} = 300\text{ V} = U_4 = U_{13}$

$I_4 = 1.25\text{ A}$

$I_{13} = 0.75\text{ A} = I_1 = I_3$ $U_1 = 75\text{ V}$ $U_3 = 225\text{ V}$

S246 par.: 3 min ser.: 12 min

S248 $R_P = 45\Omega$ $R_{ges} = 165\Omega$ $I_{ges} = 72\frac{8}{11}\text{ mA}$
 $U_P = 3\frac{3}{11}\text{ V}$ $I_{Mitte} = 54\frac{6}{11}\text{ mA}$

L	45	36	1250
O	15	20	750
M	15	30	500
U	20	200	100
R	40	400	100

10	100	100
40	400	100
15	30	500
35	28	1250
15	20	750

S250

S252

S254a G1 und G2: gleich und jeweils halbe

Maximalspannung

G3: aus

S254b G1 und G3 aus, G2 maximal hell

S256 $R_{12} = 75\Omega$

$R_{123} = 300\Omega$

$I_C = 180\text{ mA}$

$I_A = 150\text{ mA}$

S258 (Lämpchen || Tür)-R

S260 (Lämpchen||(Tür-R))-R

S262 Mitte: $80\text{ mA} \downarrow$ ein Weg: Maschenregel für linke und rechte Masche, Knotenregel für oberen und unteren Knoten, sowie Gesamtspannung über oberem Weg ergeben Gleichungssystem:

$$\begin{pmatrix} 100 & -200 & 0 & 0 & 50 & | & 0 \\ 0 & 0 & -400 & 300 & 50 & | & 0 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & -1 & | & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 & | & 0 \\ 100 & 0 & 400 & 0 & 0 & | & 100 \end{pmatrix}$$

Lsg in mA: (264; 152; 184; 232; 80)

Elektrotechnik

T0 Dauermagnet: spindelförmig zwischen den Polen
Leiter: Kreise senkrecht zum Leiter

Lorentzkraft

T2 $\downarrow \rightarrow 0 \ 0 \mid \downarrow \downarrow \odot \uparrow \mid \leftarrow \uparrow \odot \rightarrow$

T3 Leiterschaukel schlägt nach links aus.
3-Finger-Regel: Daumen als Strom ins Bild, Zeigefinger als Magnetfeld nach unten → Mittelfinger als Lorentzkraft nach links

Magnet umdrehen und umpolen ändern jeweils die Richtung des Ausschlags

T4 nach rechts **T6** $\downarrow \rightarrow 0 + \mid \downarrow \downarrow \odot \uparrow \mid + \uparrow \otimes -$

T8a (Ladung +, Bewegung $\odot$) oder ($-, \otimes$)

T8b niemals **T8c** $(+, \rightarrow)$ oder $(-, \leftarrow)$ **T10a** 90°

T10b 30° und 150° **T10c** bei kleinen **T10d** 90°

T11 →

T12a 1) nach Rechte-Faust-Regel um Liwin: Daumen als Stromrichtung nach oben → andere Finger als Feldrichtung rechts von Liwin ins Bild hinein

2) nach 3-Finger-Regel für Rewin: Daumen als Strom nach oben, Zeigefinger als Magnetfeld ins Bild hinein → Mittelfinger als Lorentzkraft nach links

T12b nach rechts

T12c ebenfalls gegenseitige Anziehung

T13 innerhalb: Segmente erfahren Kraft nach innen, gesamte Schleife keine; außerhalb: Segmente nach rechts (und innen), gesamte Schleife nach rechts

Elektromotoren

T62 weich, reibfest, leitfähig Kohle

T64a weniger Kontakte nötig **T64b** zweimal

T64c wenn Last so gering, dass Drehzahl davon unbeeinflusst

T64d richtig gepolte Stromzufuhr für den Rotor

T66a in Ruhstellung Spulenachse parallel zu äußerem Magnetfeld → Kommutator auf Isolation und auch bei Stromfluss sowieso kein Drehmoment

T66b sternförmige Anker mit ≥ 3 Spulen

T66c kehrt Drehrichtung um **T66d** nur „Zittern“
nein nein

T67 ja nein
nein ja

T70 Elektromagnet als Stator, gleichphasig zu Rotor

T71 feste Anschlüsse der Wechselschalter an je einen Batteriepol, innere Kontaktstellen der Schalter mit dem einen Spulenende (unten rechts) verbinden, äußere mit dem anderen Spulenende (oben links); bei richtiger Polung gleitet die Spule hin und her

Induktion

T120 gleich: Leiterschaukel vorher: Strom → Bewegung
jetzt: umgekehrt

T122 jedenfalls im Uhrzeigersinn

T123 +

3-Finger-Regel aus Sicht des Campers mit Blick nach Norden:

Elektronen mit fallendem Stab nach unten → Daumen als rechnerischer Strom nach oben

Magnetfeld nach Norden → Zeigefinger nach vorne → Mittelfinger als Lorentzkraft nach links, also Westen → Elektronen nach Westen, Ost-Ende positiv

T124 etwa sinusförmig **T126** f und $\hat{U}$ größer

T128 untere leuchtet, wenn Schalter zu; obere leuchtet während Schaltvorgängen

T130 [Ströme] [Magnetfeldern] [Rechte-Faust]

[umgeben] [Bewegte] [geladene] [Teilchen]

[erfahren] [Magnetfelder] [Lorentzkräfte]

[3-Finger] [Änderungen] [Flusses] [Leiterschleife]

[induzieren] [Spannung]

Lenz'sche Regel

T180 ein: Abstoßung aus: Anziehung zu- bzw. abnehmendes Magnetfeld induziert im Ring Strom mit gegen- bzw. gleichsinnigem Magnetfeld

T181 Ring wird nach oben getrieben wachsendes Magnetfeld beim Einschalten induziert nach Lenz einen Strom im Ring, der dem Wachsen entgegenwirkt, also entgegengesetztes Feld bringt → Abstoßung

T182 vorher: $v = \text{const}$ nachher: $v \searrow 0$ (exponentiell für $R = \text{const}$)

T184a nach rechts

T184b größeres $v \rightarrow$ größere Induktionsspannung entgegen Batteriespannung → kleinere Stromstärke

T185 Schalter zu: gedämpfte Schwingung wegen Induktionsstrom, der nach Lenz die Bewegung hemmt

T186 im Magnetfeld nach unten

Wechselspannung

T238a $T/2 = 20 \text{ ms}$

T238b $x \hat{=} t[\text{ms}]$, $y \hat{=} U[\text{V}]$ t -Achse: 10/40/50 U -Achse: -400/+400

T238c 282.843 V **T240a** $f = 5 \text{ Hz}$ $T = 0.2 \text{ s}$

T240b 28.284 V **T242** $\hat{U} = 325 \text{ V}$ **T244a** 20 Hz

T244b $T/2 = 50 \text{ ms}/2 = 25 \text{ ms}$ **T244c** 1500

T246 10 ms **T247a** 35

T247b ablesbar: $T/2 = 250 \mu\text{s}$ $T = 500 \mu\text{s}$
 $f = 1/T = 2000 \text{ Hz}$

T248 $I_{eff} = 9.2 \text{ A}$ $\hat{I} = 13 \text{ A}$

T249 $T = \frac{7}{4} \cdot 20 \text{ ms} = 35 \text{ ms}$ $f = 28.571 \text{ Hz}$ $\hat{U} = 15 \text{ V}$

T250a harmonisch hin und her

T250b schubweise in selber Richtung mit Stillstand dazwischen

T252 links: 12 ms $83\frac{1}{3} \text{ Hz}$ 6 V

Mitte oben: 200 μs 5 kHz 100 mV

Mitte unten: 300 μs $3\frac{1}{3} \text{ kHz}$ 200 mV

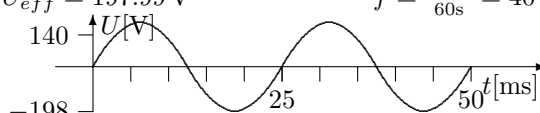
rechts oben: 25 ms 40 Hz 75 V

rechts unten: 8 ms 125 Hz 100 V

T254a	$X = 6 \text{ ms}$	$Y = -5 \text{ V}$
T254b	$X = 2.5 \text{ ms}$	$Y = -19.8 \text{ V}$
T254c	$X = 10 \text{ ms}$	$Y = -325.269 \text{ V}$
T254d	$X = 250 \text{ ms}$	$Y = -25 \text{ V}$
T254e	$X = 200 \text{ ms}$	$Y = -10 \text{ kV}$
T255a	$T = 10 \text{ ms} = Z \quad X = 3/4 \cdot T = 7.5 \text{ ms} \quad Y = -1 \text{ A}$	
T255b	$T = 0.2 \text{ ms} = Z$	$X = 3T/4 = 0.15 \text{ ms}$
$Y = -0.5 \text{ A}$		
T256a	$T = 12.5 \text{ ms}$	$T/4 = 3.125 \text{ ms}$
T256b	424.264 mA	T256c 2.16 W
T256d	5.091 V	
T258a	$T = 25 \text{ ms}$	$X = 6.25 \text{ ms} \quad Y = -90.510 \text{ mA}$
T258b	$T = 5 \text{ ms}$	$X = 1.25 \text{ ms} \quad Y = -0.5 \text{ A}$
T258c	$f = 25 \text{ Hz} \quad T = 40 \text{ ms} \quad X = 10 \text{ ms} \quad Y = -4.243 \text{ A}$	
T260	$I_{eff} = 13.043 \text{ A} \quad \hat{I} = 18.446 \text{ A}$	
T262	$\hat{I}_A = 7.071 \text{ A} \quad I_{B,eff} = 4.950 \text{ A} \quad \rightarrow \textcircled{A}$	
T264	$\hat{U} = 33.941 \text{ V} \quad \hat{I} = 11.314 \text{ A} \quad P = 192 \text{ W}$	
T266a	$T = 20 \text{ ms}$	T266b 28.284 mA
T266c	$\pm 0.8 \text{ V}$	T266d 50 Hz
T267a	$\hat{U} = 198 \text{ V} \quad U_{eff} = 140 \text{ V}$	
T267b	Sinus mit $T = 25 \text{ ms}$ und Amplitude 198 V	
T268a	70.711 V	T268c $\hat{I} = \hat{U}/R = 40 \text{ A}$
T268d	$2 \cdot 80 \text{ Hz} \cdot 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} = 9600/\text{min}$	

Transformatoren

T320a	16 V	T320b	400 mA	T320c	26.67 mA
T320d	6.4 W	T321a	$600 \cdot \frac{15}{120} = 75$		
T321b	$4 \text{ V} \cdot \frac{420}{210} = 8 \text{ V}$	T321c	$12 \text{ V} \cdot \frac{680}{40} = 204 \text{ V}$		
T321d	$24 \text{ V} \cdot \frac{480}{320} = 36 \text{ V}$	T321e	$5 \text{ A} \cdot \frac{20}{800} = 0.125 \text{ A}$		
T322a	115 mV/Wndg	T322b	28.75 V		
T322c	115 mV	57.5 V	T323a	$54 \text{ V} \cdot \frac{420}{360} = 63 \text{ V}$	
T323b	$1.8 \text{ A} \cdot \frac{800}{450} = 3.2 \text{ A}$				
T323c	$8 \text{ V} \cdot \left(\frac{200}{80}\right)^2 = 50 \text{ V}$	T324	31.3		
T325a	$n_P/n_S = 19.167$	T325b	782.609 mA		
T326	192	(128)			
T327	$U_S = 230 \text{ V} \cdot \frac{75}{3450} = 5 \text{ V}$	$I_S = U_S/R = 2.5 \text{ A}$			
	$I_P = I_S \cdot \frac{75}{3450} = 54.348 \text{ mA}$				
T328	18.4 kV	2.875 V			
T329	$U_S = 230 \text{ V} \cdot \frac{6}{600} = 2.3 \text{ V}$	$I_S = U_S/R = 1150 \text{ A}$			
	$I_P = I_S \cdot \frac{6}{600} = 11.5 \text{ A}$				
T330a	100 V	T330b	707		
T332a	$12 \text{ V} \cdot \frac{650}{400} = 19.5 \text{ V}$	T332b	$650 \cdot \frac{12}{150} = 52$		
T332c	$42 \text{ V} \cdot \frac{420}{280} = 63 \text{ V}$	T332d	$6 \text{ V} \cdot \frac{280}{420} = 4 \text{ V}$		
T332e	$5 \text{ A} \cdot \frac{200}{80} = 12.5 \text{ A}$				
T334	$2 \text{ V}/10 \text{ Wdg: } 4, 8, 10, 12, 18, 22, 28, 40 \text{ V}$				
T336a	wandelt Spannungen				
T336b	Induktionsgesetz bei gleichem Fluss				
T336c	nach Lenz gerichtete Induktionsspannung bei Stromänderung				
T336d	sekundärseitig offen bzw. verbunden				
T336e	zwischen U und n	T336f	$P = 0, I \neq 0$		
T338	$U_S = 15 \cdot 12 \text{ V} = 180 \text{ V}$	$I_S = 0.4 \text{ A}$	$I_P = 6 \text{ A}$		
T340	50 mA	T342	9 A	T344a	2750 V
T344b	4.4 V	T344c	110 V		

T346	$230 : 12 = 19.167 : 1$		
T348	bei 230 V riesiges $I \rightarrow$ Sicherung raus, bevor Nagel heiß		
T350	mit $n_P = 600$ und $n_S = 6$ bzw. $n_S = 12000$: $I_S = 1600 \text{ A}$ bzw. $I_S = 0.8 \text{ A}$		
T352	Trafo mit Verhältnis $> 100 : 16$		
T354	20.87 mA		
T356	$U_S = 200 \text{ V}$ $I_S = 2\frac{2}{3} \text{ A}$ $I_P = 6\frac{2}{3} \text{ A}$		
T358a	gar nicht	T358b	Richtung $\rightarrow 1$
T360	260(: 13)	T362	120 V
T363a	Angaben ohne „effektiv“ oder „Scheitel“ sind immer effektiv gemeint $\rightarrow U_{eff} = 140 \text{ V}$		
	$\hat{U} = \sqrt{2} \cdot U_{eff} = 197.99 \text{ V}$	$f = \frac{2400}{60\text{s}} = 40 \text{ Hz}$	
T363b			
T363c	an B liegt die von A produzierte Spannung an $\rightarrow U_B = 140 \text{ V}$		
B und C bilden einen Trafo $\rightarrow U_C = U_B \cdot \frac{700}{500} = 196 \text{ V}$			
T364a	$63 \text{ V} \cdot \frac{360}{420} = 54 \text{ V}$	T364b	$1.2 \text{ A} \cdot \frac{700}{250} = 3.36 \text{ A}$
T364c	$8 \text{ V} \cdot \left(\frac{50}{20}\right)^2 = 50 \text{ V}$	T366a	$300 \cdot \frac{10}{12} = 250$
T366b	$42 \cdot \frac{280}{420} = 28$	T366c	$10 \cdot \frac{420}{600} = 7$
T366d	222	T368	[Änderungen] [Primär]
	[Eisenkern]	[induzieren]	[Sekundär] [Spannung]
	[Transformator]	[Leerlauf]	[Sekundär]
	[geschlossen]	[Primär]	[aufnimmt] [kleiner]
	[Sekundär]		

T370	$U_S = 100 \cdot 5 \text{ V} = 500 \text{ V}$	$I_S = 25 \text{ A}/100 = 0.25 \text{ A}$
	$R = 500 \text{ V}/0.25 \text{ A} = 2000 \Omega$	
T372	$U_i = i \cdot 20 \text{ V}$	T374 180
T376	$n_P = 500$	$n_S = 2500$ $\Sigma = 3000$

Übertragung elektrischer Energie

T420a	10Ω	T420b	200 A	T420c	400 kW
T420d	89.7%	T420e	2230 V		
T420f	$R_{Fabrik} = 1.15 \Omega$	$I = 20.63 \text{ A}$	$U_F = 23.7 \text{ V}$		
T422a	4 A	T422b	$P_L = 160 \text{ W}$	0.347%	
T424a	$P = 15 \Omega \cdot (720 \text{ mA})^2 = 7.776 \text{ W}$				
T424b	$P = 15 \Omega \cdot (18 \text{ mA})^2 = 4.86 \text{ mW}$				
T426	Spannung zwischen Fernleitungsenden am Kraftwerk ist nicht Spannung über Leitungswiderstand allein, sondern zzgl. Spannung am Trafo des Verbrauchers				
T428a	geringere Schwankungen aller Art				
T428b	ja				
T428c	erfordern Reservekapazitäten und Regulierung				
T428d	tageszeitlich bedingte Schwankungen in Produktion und Verbrauch gleichen sich aus				
T432	um Leitungsverluste zu verringern				
T436a	$P_{Turm} = 8 \text{ kW}$	$P_{Leitung} < P_{Generator} - P_T = 1 \text{ kW}$	$I_{Leitung} = \sqrt{P_L/R_L} = 2.887 \text{ A} = 0.144 \cdot I_T$		
	$U_{T,prim.} = U_{T,sek.} \cdot 6.944 = 2771.281 \text{ V}$	$U_L = I_L \cdot R_L = 346.44 \text{ V}$	$U_{G,sek.} = 3117.7 \text{ V}$		
T436b	$P_L = 163.3 \text{ W}$	$I_L = 1.1664 \text{ A} = I_T/17.15$	$18 : 1$		
T438a	$I_{Säge} = \frac{P}{U} = \frac{3450 \text{ W}}{230 \text{ V}} = 15 \text{ A}$				
	$I_{Primär} = I_S \cdot \frac{400}{12000} = 15 \text{ A} \cdot \frac{1}{30} = 0.5 \text{ A}$				
	$P_{Verlust} = RI^2 = 1.5 \text{ W}$				

T438b $P = RI^2 = 1350 \text{ W}$

T438c $U_P = 6900 \text{ V}$ $U_{\text{Leitung}} = 3 \text{ V}$ $U_{\text{gesamt}} = 6903 \text{ V}$

T440 [Parallelschaltung] [Kraftwerken]
[europaweite] [Verbrauchern] [Spannung]
[Verbraucher] [verringert] [Widerstand] [höherer]
[Strom] [Lenz'schen] [Rotation] [Generatoren]
[Kraftwerken] [hemmt] [Energie] [Verbraucher]
[Bewegungsenergie] [Turbinen] [Drehzahl] [sinkt]
[Abnahme] [Netzfrequenz] [Sollwert]

Nutzung von Energie

Brennwert/Heizwert

N0a Heizwert=Brennwert abzgl. v.a.
Kondensationswärme in Abgasen

N0b $1 - 1/1.02 = 1.96\%$ 5.66% 9.91% 15.25%

- N1** a) $0,36 \text{ kWh} = 1296 \text{ kJ}$ b) $45\,000 \text{ J} = 0,0125 \text{ kWh}$
c) $720 \text{ MJ} = 200 \text{ kWh}$ d) $6,12 \cdot 10^7 \text{ J} = 17 \text{ kWh}$
e) $1 \text{ MWh} = 1000 \text{ kWh}$ f) $8 \text{ MWh} = 28,8 \text{ GJ}$
g) $1 \text{ MJ} = 0,27 \text{ kWh}$ h) $1,2 \text{ MWh} = 4,32 \text{ GJ}$
i) $39600 \text{ MJ} = 11 \text{ MWh}$ j) $24 \text{ Wh} = 86400 \text{ J}$
k) $0,05 \text{ GWh} = 180 \text{ GWs}$ l) $35 \text{ mWh} = 126 \text{ J}$

N2 $m = 850 \text{ g}$ $W = 36.550 \text{ MJ} = 10.1528 \text{ kWh}$

N3a 6000 kg **N3b** 9.23 m^3 **N4** 1500 kg

N5 E.: 10 W.: 3

N6 $W_A = 109.65 \text{ GJ}$ $W_B = 108 \text{ GJ}$ **N7** 37.5 W

N8 1 g feuchtes H. = 0.8 g trockenes H. + 0.2 g Wasser
 $W = 0.8 \cdot 15 \text{ kJ} - 0.2 \cdot (4.2 \cdot 80 + 2257) \text{ J} = 11481 \text{ kJ}$

Verlust: 4.3%

N10 €-Cent/kWh: Kohle: 6 Pellets: 8 Heizöl: 9.8
Erdgas: 10 Benzin: 22.6 Wasserstoff: 30 Strom: 30

N12 Methan: 220 Oktan: 259 Steinkohle: 440 Holz: 440
Literatur: Erdgas: 202 Heizöl: 266 Steinkohle: 336
Braunkohle: 407 (ohne „Vorkette“)

N13a Holz hat bei seinem Wachsen vorher genauso viel
 CO_2 aus der Umwelt gebunden, Gesamtbilanz Null

N13b Freisetzungen bei Herstellung und Anlieferung
(„Vorkette“)

N13c Feinstaub

Energiewandler, Wirkungsgrad

N60 81.7%

N61 Heizwert = 112.5 GJ elektr.E. = 28.8 GJ $\eta = 62.5\%$

N62 $W = 294 \text{ kJ}$ $m_H = 19.6 \text{ g}$ $\eta \rightarrow 0$

N64 $P_{zu} = 526.3 \text{ MW}$ $W = 1.895 \cdot 10^{12} \text{ J}$ $m = 63.158 \text{ t}$

N66 $3456 \text{ t} - 3360 \text{ t} = 96 \text{ t}$

N69 Angabe ist mit Heizwert als Grundwert berechnet,
obwohl der Brennwert weitgehend ausgenutzt wird

N71 $0.3 \cdot 0.85 \cdot 0.8 = 20.4\%$

N72a $I_S = P_S/U_S = 70 \text{ A}$ $U_P = U_S \cdot 50 = 11500 \text{ V}$
 $I_P = I_S/50 = 1.4 \text{ A}$ $U_L = 84 \text{ V}$ $U_0 = 11584 \text{ V}$

N72b $P_L = 117.6 \text{ W} = 0.725138\% P_{ges}$

N72c $E_{Nutz} = 3 \text{ h} \cdot 16.1 \text{ kW} = 173.880 \text{ MJ}$

$E_{Aufw} = E_N/\eta = 790.364 \text{ MJ}$ $m = E_A/B = 18.64065 \text{ kg}$

N72d $42.4 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} \cdot 0.83 \frac{\text{kg}}{\ell} = 35.192 \frac{\text{MJ}}{\ell}$ **N73a** 3.75

N73b entnommen: 22 MWh zurück: 30 MWh

N74a $E_{Kohle} = 149.1 \text{ GJ}$ $E_{Strom} = 43.236 \text{ GJ}$
 $P_{Kohle} = 41.4167 \text{ MW}$ $\eta = 28.998\%$

N74b Stunde: $m_{\text{CO}_2} = 18.223 \text{ t}$ Tag: $m_{Kohle} = 119.28 \text{ t}$
 $m_{\text{CO}_2} = 437.36 \text{ t}$

N74c $E_{Wasser} = 14.646 \text{ MJ}$ $m = 39.2895 \text{ t}$

Wärmekraft

Wasserkraftwerke

N180a 107.91 J **N180b** 7.554 MJ

N180c 7.554 MW **N180d** 84.7%

N180e $201.830 \text{ TJ} = 56.064 \text{ GWh}$

N181 $\eta = 60 \text{ W} / 132.435 \text{ W} = 45.305\%$

N182a 693501 **N182b** 84 m^3

N183 $W = 36550 \text{ J}$ $h = 3726 \text{ m}$ **N184** 89.075%

Energiequellen

Entwertung

N300 $P_{el} = 600 \text{ W}$ $P_{Erd} = 900 \text{ W}$

Wahrscheinlichkeit

N360a $2^6 = 64$ **N360b** $\binom{6}{3} = 20$

N360c $20/64 = 31.25\%$ **N360d** $1/64 = 1.5625\%$

N362 $(4 + 6)/16 = 62.5\%$

N364 21 Möglichkeiten: 500 410 401 311 320 302 230
221 212 203 140 131 122 113 104 050 041 032 023 014 005

N366 5.5 4 3.25 2.8 2.5 2.286 2.125 2 1.9 1.818 1.75
1.692 1.643 1.6

N368a $210 \cdot 6 = 1260$ **N368b** $5 : 1$

N370a $-125970 / 1.75$ **N370b** $+35 \cdot 2$

N370c $\cdot 1.143, +1469650$

N372 A (gäbe B En. ab) $70/126 \cdot 167960/92378 > 1$

N374 2 8 6 -3 2.161 0.693 0

N376a 1 bit **N376b** $\approx 26 \text{ bit}$ **N376c** $\approx 4 \text{ bit}$

N376d $\approx 6 \text{ bit}$

N378a $\Delta S_{Eisen} = -1 \text{ J}/1000\text{K}$ $\Delta S_{Luft} = +1 \text{ J}/300\text{K}$
 $\Delta S = +2.333 \text{ mJ}/\text{K}$

N378b $\rightarrow 0$ **N380** 2. und 4.

Thermodynamik

Zustandsgrößen

Y2 Volumen $V / \text{m}^3, \ell / 3 \ell / \text{Raum}$, der den Teilchen
für Bewegung zur Verfügung steht

Druck $p / \text{Pa}, \text{bar} / 1.1 \text{ bar} / \text{Teilchen}$ üben beim
Aufprasseln auf Begrenzungsflächen Kraft aus, $p = F/A$
Temperatur $T / \text{K} / 300 \text{ K} / \text{heftigere Teilchenbewegung}$
ergibt höhere Temperatur

Y4a durchschnittlich gleich dicht (N/V) verteilte
Teilchen mit gleicher Durchschnitts-Geschwindigkeit ($\hat{=} T$)
prasseln gleich häufig pro Zeit auf jeden cm^2 der Wände

Y4b $p, 2V, T$ **Y4c** $2p, V, T$

Y6a durch Ungleichheit würde sich der bewegliche Kolben verschieben

Y6b $V = 84 \text{ ml} \cdot \frac{280}{300} = 78.4 \text{ ml}$

Y6c $p = 102 \text{ kPa} \cdot \frac{280}{300} = 95.2 \text{ kPa}$ **Y6d** gar nicht

	V halb.	p	verd.	$p \cdot V$
	T verd.	p	verd.	p/T
Y8a	n halb.	p	halb.	p/n
	n verd.	V	verd.	V/n
	T verd.	V	verd.	V/T
	n verd.	T	halb.	$n \cdot T$

Y8b $\frac{p \cdot V}{n \cdot T}$

Y10a $p = 1.2 \text{ bar} \cdot \frac{360}{270} = 1.6 \text{ bar}$

Y10b $V = 30 \text{ l} \cdot \frac{315}{270} = 35 \text{ l}$

Y10c $p = 1.2 \text{ bar} \cdot \frac{30}{20} = 1.8 \text{ bar}$

Y10d $p = 1.2 \text{ bar} \cdot \frac{30}{40} \cdot \frac{405}{270} = 1.35 \text{ bar}$

Y10e $T = 270 \text{ K} \cdot \frac{12}{30} \cdot \frac{4.1}{1.2} = 369 \text{ K}$

Y11a $V = 60 \text{ ml} \cdot \frac{330}{300} = 66 \text{ ml}$

Y11b $T = 300 \text{ K} \cdot \frac{60}{240} \cdot \frac{384}{2400} = 12 \text{ K}$

Y11c $p = 2.4 \text{ bar} \cdot \frac{260}{300} = 2.08 \text{ bar}$

Y11d $V = 60 \text{ ml} \cdot \frac{2.4}{1.8} = 80 \text{ ml}$

Y11e $p = 2.4 \text{ bar} / 1.3 \cdot \frac{405}{300} = 2.7 \text{ bar}$

Y11f $T = 300 \text{ K} / 2 / 2 = 75 \text{ K}$

Y12a $T < pV/(nR) = 360.8 \text{ K} \quad (87.8^\circ\text{C})$

Y12b $n = pV/(RT) = 4.124 \text{ mol}$

Y12c $V = 1 \text{ mol} \cdot R \cdot 293 \text{ K} / 1 \text{ bar} = 24.36 \text{ l}$

Y12d $n = 216 \text{ g} / 18 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 12 \text{ mol} \quad T = 313 \text{ K}$

$p = nRT/V = 624.5 \text{ Pa} = 6.245 \text{ mbar}$

Y14a isotherm: großes Wasserbad, langsam; isobar: bewegliches Gefäß mit konstantem Außendruck; isochor: starres Gefäß

Y14b Linien gleichen Luftdruckes bzw. Temperatur; rechnerische „Isolinien“

Y16 1=Energie 2=erwärmen 3=Bewegung 4=Teilchen
5=thermische 6=höherer 7=heftiger 8=Flugbewegung
9=Rotationen 10=Schwingungen 11=Vorgänge
12=inneren

Y17 1=thermische 2=gleichmäßig 3=Dimensionen
4=Freiheitsgrade 5=zwei 6=Rotationen
7=Wärmekapazität 8=pro 9=Stickstoff 10=Grad

Y18a $1.8 \text{ g} / 1.5 \text{ l} = 1.2 \frac{\text{g}}{\text{l}}$

Y18b $0.72 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \cdot 1.8 \text{ g} \cdot 15 \text{ K} = 19.44 \text{ J}$

Y18c außer T und E nur $p_2 = p_1 \cdot \frac{308}{293}$

Y20a 57.792 J **Y20b** $\Delta T = 53 \text{ K} \quad 38.2872 \text{ J}$

Y20c 54.56 J **Y20d** $\Delta T = -140 \text{ K} \quad -47.74 \text{ J}$

Y22 1=Energie 2=Umgebung 3=Stöße 4=Wärme
5=Druckkraft 6=Bewegungsrichtung 7=verrichtet
8=Arbeit

Y23a in Ruhe festhalten

Y23b dem Bällchen entgegen, „schmettern“

Y23c in Ankunfts-Flugrichtung, „abfangen“

Y24a $dV = A \cdot ds \quad F = p \cdot A \quad dW = F \cdot ds$

Y24b $dW = F \cdot ds = (p \cdot A) \cdot ds = p \cdot (A \cdot ds) = p \cdot dV$

Y24c p hängt über Gasgleichung vom sich ändernden V ab

Y25a arretiert $\Rightarrow V = V_0 \quad p = \frac{360}{300} \cdot p_0 = 1.2 \text{ bar}$
 $\Delta E_{th} = Q_W = Q$

Y25b frei beweglich $\Rightarrow p = p_0 \quad V = \frac{360}{300} \cdot V_0 = 84 \text{ cm}^3$
 $\Delta E_{th} = Q \quad dW = p \cdot dV = 1 \text{ bar} \cdot 14 \text{ cm}^3 = 1.4 \text{ J}$
 $Q_W = Q + dW = 4.9 \text{ J}$

Y26 c_p beinhaltet neben ΔE_{th} noch ein $p \cdot dV$ und ist deshalb auch stets größer pro mol um $R \quad c = c_V$

Y28a $m = \text{const}, c = \text{const}$, weil selbe Atome beteiligt
 $V \uparrow$, weil Expansion vorausgesetzt $T \downarrow$, weil Arbeit aus $E_{th} \downarrow, \sim T$ gespeist $p \downarrow$, damit $pV/T = \text{const}$ / weil 1) langsamere Atome auf 2) mehr Volumen verteilt unterwegs

Y28b wegen $p \approx \text{const}$ ist $dW = p_0 \cdot \Delta V = 60 \text{ mJ} =$

$\Delta E_{th} \quad \Delta T = \Delta E_{th} / (m_0 \cdot c) = 0.72452 \text{ K} \quad T_1 = 289.27548 \text{ K}$

Y28c $p_1 = p_0 \cdot \frac{289.27548}{290} \cdot \frac{80}{80.5} = 1.189567 \text{ bar}$

Y28d $p_2 = p_1 \cdot \frac{290}{289.27548} = 1.19255 \text{ bar} = p_0 \cdot \frac{80.5}{80}$

$Q = c \cdot m \cdot \Delta T = 60 \text{ mJ} = dW$

Y29 1=Druck 2=viele 3=winzige 4=erreichten
5=Summe

$\kappa = 1.4 = \frac{f+2}{f}$ (typisch für Gase mit $f = 5$ Freiheitsgraden, wie v.a. zweiatomige)

Y30 1=niedrigere 2=isotherm 3=langsam
4=anzugleichen 5=Wärme 6=Arbeit

Y32a Gasgleichung $\Leftrightarrow T = \frac{1}{n \cdot R} \cdot pV$

Y32b z.B. anhand der Punkte (mit Koordinaten in mm) (30|10), (15|20), (10|30), (50|6), (12|25) nachmessen und -rechnen, dass $p \cdot V \sim 300 \text{ mm}^2 = \text{const} \triangleq T$ oder $p \sim \frac{1}{V}$ zeigen

Y32c v.l.n.r., $[K] \triangleq [\text{mm}^2]$: 100 150 192 240 300 375 470 600

Y34a A=Isotherme B=Isochore D=Isobare
E=Adiabate

Y34b A: im Wärmebad langsam komprimieren B: in arretiertem Kolbenprober erhitzen C:erwärmen und dem dabei steigenden Druck durch passend geregelte Expansion teilweise nachgeben D: Kolbenprober mit frei beweglichem Kolben erwärmen E: schnell expandieren

Y36a $15 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 12 \text{ m}^3 = 180 \text{ J}$

Y36b Strecken $\triangleq$ Höhe bzw. Breite des schattierten großen Rechtecks Produkt $\triangleq$ dessen Flächeninhalt $\triangleq$ Arbeit

Y36c $10 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 2 \text{ m}^3 = 20 \text{ J}$

Y36d Fläche des schmalen schattierten Rechtecks über dV Fläche unter dem Graphen über [20; 40] 157.14 J

~~~~~Maschinen~~~~~

Y100a oben: A nach rechts, S auch noch ein wenig, Dampf von $\odot$ zu ℓ und von r zu $\otimes$
unten: A nach links, S still, Dampf von $\odot$ zu r und von ℓ zu $\otimes$ R immer gegen UZS

Y100b wenn A ganz links oder rechts durch Schwung des Rades selbe Rad-Achse durch mindestens 2 um z.B. 90° versetzte Kolben angetrieben, auf linker/rechter Seite der Lok

Y110a Kurbelwelle immer im UZS Kolben $\downarrow$ in ②, ⑥ $\uparrow$ in ④, ⑧ einströmendes in ②, ausströmendes in ⑦, ⑧ Funke in ⑤

Y110b Ansaugen ①-③ Verdichten ③-⑤ Arbeiten ⑤-⑦ Ausstoßen ⑦-⑨

Y110c damit immer einer Antrieb leistet nein, erstes Ansaugen und Verdichten muss extern angetrieben werden

Y111 statt Gemisch wird nur Luft angesaugt
höhere Kompression zwecks höherer Temperatur,
damit eingespritzter Diesel sich selbst entzündet, statt
Zündfunken

Y130a Angleichung der Temperatur an $\textcircled{W}/\textcircled{K}$

Y130b Volumen größer/kleiner

Y130c von $\textcircled{A}$ in $\textcircled{2}, \textcircled{4}$, von $\textcircled{V}$ in $\textcircled{1}, \textcircled{3}$

Y131 $\textcircled{1} \hat{=} A$

$\textcircled{2} \hat{=} \text{Mitte von } B \rightarrow C$

$\textcircled{3} \hat{=} C$

$\textcircled{4} \hat{=} \text{Mitte von } C \rightarrow D$

$A \rightarrow B = \text{isochore Erwärmung}$ $B \rightarrow C = \text{isotherme Expansion}$
 $C \rightarrow D = \text{isochore Abkühlung}$ $D \rightarrow A = \text{isotherme Kompression}$

$\textcircled{A}$ arretiert in A und C , gelöst in B und C

$\textcircled{V}$ plötzlich bewegt in $\textcircled{1}$ (nach links zum „Umschalten“
auf Erwärmung) und in $\textcircled{3}$ (nach rechts auf Abkühlung)

$\textcircled{A}$ wird in $B \rightarrow C$ langsam moderiert arbeiten gelassen
und in $D \rightarrow A$ langsam niedergedrückt

Y132a Arbeit: durch BC hinaus und durch DA hinein
alle anderen Wärme

Y132b $Q_{AB} = Q_{CD}$ (selbes ΔT)

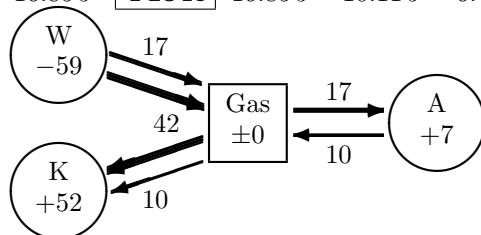
$Q_{DA} = W_{DA} < W_{BC} = Q_{BC}$ = wegen Isothermie
< wegen kleinerem Druck auf DA

Y132c Vergleich Q_{AB} mit Q_{BC} und mit Q_{DA}
unbestimmt Vorschlag: Q_{AB} und Q_{CD} in anderer gleicher
Farbe

Y134a 41.6 J **Y134b** 10.11 J

Y134c $41.6 \text{ J} + 16.85 \text{ J} - 41.6 \text{ J} - 10.11 \text{ J} = 6.74 \text{ J}$

Y134d 16.85 J **Y134e** $16.85 \text{ J} - 10.11 \text{ J} = 6.74 \text{ J}$



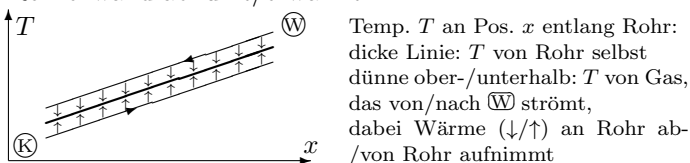
Y134f

Y134g $\eta = 6.74/16.85 = 0.4 = 40\% = 1 - 300/500$

Y135a beide Kolben $\textcircled{A}$ und $\textcircled{V}$ bewegen sich praktisch
ständig niemand/nichts regelt die Geschwindigkeit des
Motors gemäß der Idealisierungen (insbesondere real zu
schnell für „Isothermen“) verschiedene Teile des Motors
sind verschieden temperiert Wärmeverluste an Umgebung

Y135b v.a. Reibung **Y135c** $6.74/58.45 = 11.53\%$

Y135d Verdränger ist z.B. von Röhren durchzogen,
durch die das Gas strömt Temperaturverlauf entlang
der Röhren kontinuierlich von etwa T_K bis T_W , so dass
das Gas sich unterwegs immer nur an etwa gleichwarmer
Röhrenwand abkühlt/erwärmt



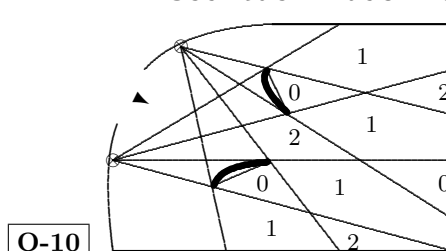
→ Gas kommt in $\textcircled{K}/\textcircled{W}$ mit schon fast richtiger T an

Y142a $E_{el} \geq 7.6 \text{ kWh} - 6.0 \text{ kWh} = 1.6 \text{ kWh}$

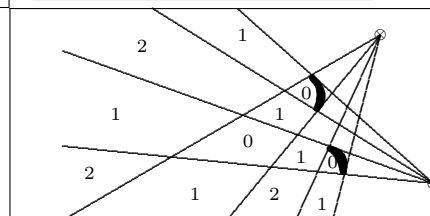
Y142b $\eta \leq \frac{7.6}{1.6} = 4.75$ Verluste am Motor, die nicht das
Heizwasser erhitzen, Abwärme des Gerätes

Optik

Countdown aus Klasse 7



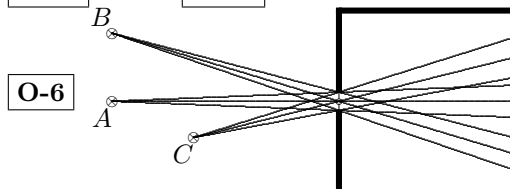
O-10



O-9

O-8a $s = \frac{w}{a} \cdot b = 77 \text{ cm}$ **O-8b** $a = \frac{b}{s} \cdot w = 30.8 \text{ cm}$

O-7a 500 s **O-7b** 810 000 000 km



O-6

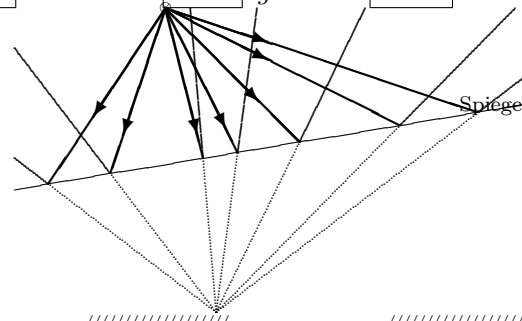
O-6b $|\overline{AB}| = 15 \text{ mm}$ $|\overline{A'B'}| = 12 \text{ mm} = 0.8 \cdot |\overline{AB}|$

O-6c für C größter Fleck

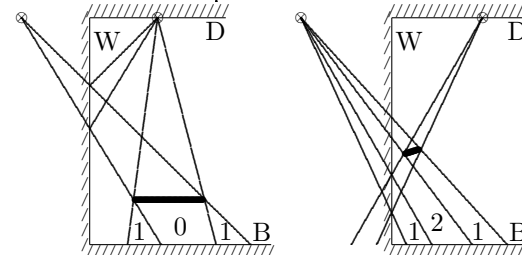
O-5 $> \frac{30}{30+50} \cdot 16 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$

O-4 $B = G \cdot \frac{b}{g} = 10 \text{ cm}$ **O-3a** $b = 30 \text{ cm}$

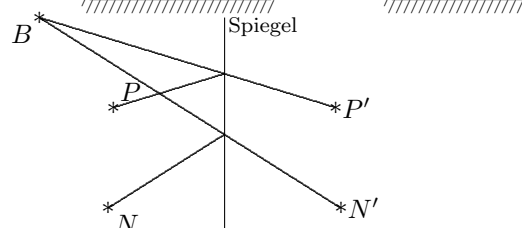
O-3b $B = 4 \text{ cm}$ **O-3c** $g = 4 \text{ m}$ **O-3d** $G = 27 \text{ cm}$



O-2



O-1



O0

Brechung

O2 im Schnittpunkt der Verlängerungen der Linien
vom Auge aus, 11mm genau unter linkem Ende des

Wasserspiegels

O3 in Blickrichtung, denn Lichtwege sind umkehrbar

O4a 40° **O4b** 58° **O6a** $13^\circ - 7^\circ = 6^\circ$

O6b $56^\circ - 25^\circ = 31^\circ$ **O6c** $60^\circ - 41^\circ = 19^\circ$

O8a $(90^\circ - 29^\circ) + (90^\circ - 40^\circ) = 111^\circ$

O8b über Schnittpunkt mit $y = x - 10$: 37°

O8c über Schnittpunkt mit $y = 90 - x$: 53°

O12 Versatz/mm: 19.2 (33.2 , 9.7)

O14 Diamant hat höhere **O16** 41.9°

O18 Unterschied Glas-Wasser kleiner als Luft-Glas

O20a $\alpha_{L1} = 36^\circ$ $\alpha_{G1} = 23^\circ$ $\alpha_{G2} = 30^\circ$ $\alpha_{L2} = 49^\circ$

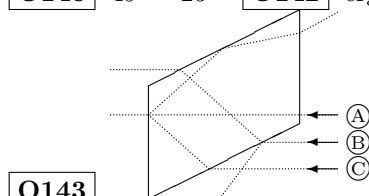
O20b 31.6° **O20c** 42°

O22a $\alpha_{L1} = 72^\circ$ $\alpha_{G1} = 39^\circ$ $\alpha_{G2} = 13^\circ$ $\alpha_{L2} = 19^\circ$

O22b 49 mm **O24** ähnlich wie Fisch&Indianer

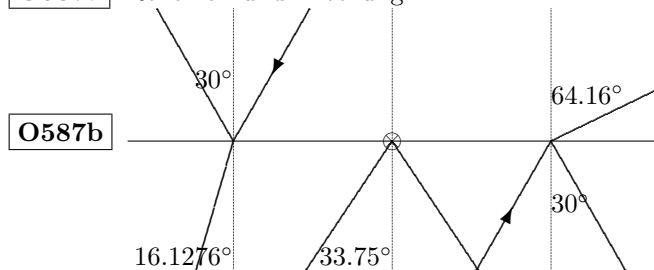
~~~~~ Totalreflexion ~~~~~

O140 49° 25° **O142** ergäbe: 41.3°



O143
O143c $\alpha_L = 63.4^\circ$ $\alpha_D = 21.7^\circ$

O587a Reflexion und Brechung



O587d **B**

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

~~~~~ Linsen ~~~~~

O204a 12.5° **O204b** 9 cm **O206** wird größer

O210 Bündelung in $S(40|-10)$ in mm bzgl. Linsenmitte

O212 mm-Koord.system für diese und ähnliche Aufgaben:

x-Achse=optische Achse in Strahlrichtung

y-Achse=in Mittelebene nach oben

Abkürzungen:

BS,PS,MS: Brenn-, Parallel-, Mittelpunkt-Strahl

ME,BE: Mittel-, Brenn-Ebene

S: Strahlenschnittpunkt

$S(60|42)$

O214 gemeinsamer Brennpunkt und Brennweiten 5 : 2

O218 Bündel wird verengt

~~~~~ Abbildung durch Linsen ~~~~~

O281a 1=onvex 2=Brennweite 3=28 4=optische
5=Achse

O281b $(44|-20)$ **O281c** unscharfes Bild

O283a $G = 18 \text{ cm}$ **O283b** $g = 45 \text{ cm}$

O284 $b = 55 \text{ mm}$ $B = 30 \text{ mm}$

O286 $b = 40 \text{ mm}$ $B = 2\frac{2}{3} \text{ cm}$ b bleibt gleich

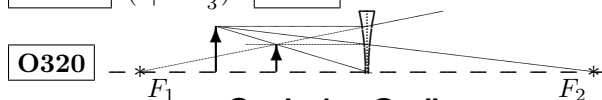
O282 $b = 84 \text{ mm}$ $B = 35 \text{ mm}$

O290 $(75|-24)-(75|15)$ **O292** $b = 4.5 \text{ cm}$ $f = 3 \text{ cm}$

O294 $g = 7.5 \text{ cm}$ **O296** $b = 45 \text{ mm}$

O298 $b = 24 \text{ cm}$ $B = 3 \text{ cm}$ **O300a** $(-5|-6\frac{2}{3})$

O300b $(5|-6\frac{2}{3})$ **O302** 35.95 mm



~~~~~ Optische Geräte ~~~~~

O500 $f = 33.53 \text{ mm}$

O502 $b = 40.54 \text{ mm}$ ($B = 25.68 \text{ mm}$) $G = 1.48 \text{ m}$ 42 cm

weg

O504 $\lim_{g \rightarrow \infty} b = f$ ist praktisch erreicht

O506 CCD-Chip statt Photofilm **O508** näher

O510 kurzsichtig

O511 1=Konvex 2=Auge 3=Brennweite 4=Glas 5=der Netzhaut 6=dem Film 7=Iris 8=Blende 9=verringert 10=erhöht 11=Kameras 12=Verschluss 13=ein Lid 14=lange 15=verwackelt

O514 12.5 dpt **O516** 25 cm

O518 $f = 19.05 \text{ cm}$ $b = 21.3 \text{ cm}$

O519 $b = -12 \text{ cm}$ $B = 40 \text{ mm}$ **O520a** 3

O520b $g = 3 \text{ cm}$

O522 ein Fernrohr verdichtet Strahlenbündel

O524 gemeins. Brennpunkt, kürzere Bauform, aufrechte

Bilder

O526 auf 31.5°

O529 1=Konvex 2=Objektiv 3=reelles 4=virtuelles 5=Okular 6=außerhalb 7=innerhalb 8= $\alpha \cdot \beta$

O530 9 cm

~~~~~ Vermischtes ~~~~~

O580a virtuell **O580b** $b = -18 \text{ mm}$ $B = -10 \text{ mm}$

O581a $b = 37.5 \text{ cm}$ $B = 18 \text{ cm}$ reell

O581b $b = -30 \text{ cm}$ $B = 36 \text{ cm}$ virtuell

O582a Konvex- bzw. Konkavlinse

O583 dpt=Dioptrie Größe: Brechkraft Brennweite
 $f = \frac{1}{4 \text{ dpt}} = \frac{1}{4} \text{ m}$ Sammellinse

O588 $b = 15 \text{ mm}$ $B = 7.5 \text{ mm}$

~~~~~ Farben ~~~~~

O641 1=weißen 2=Prisma 3=farbiges 4=Richtungen 5=Spektrum 6=fließenden 7=violett 8=Spektral 9=Netzhaut 10=reizt 11=Zapfen 12=Gehirn 13=Farbton 14=grün

O642 Sonne hinten, Regen vorne; auf der Verlängerung

Sonne-Beobachter

O646 $f_{\text{blau}} < f_{\text{rot}}$ 3.=blau **O660a** $60 \text{ s} / 0.8 \text{ s} = 75$

O660b $f = 1.25 \text{ Hz}$ **O660c** $\lambda = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0.8 \text{ s} = 32 \text{ cm}$

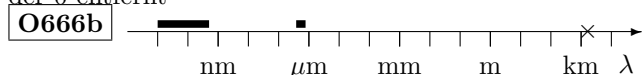
O660d $f = 1/T$ $v = \lambda/T = \lambda \cdot f$

O664a $f = c/\lambda = 5.085 \cdot 10^{14} \text{ Hz} = 508.1 \text{ THz}$

O664b $\lambda = c/f = 5996 \text{ nm}$

O664c $\lambda = c/f = 12.2364 \text{ cm}$

O666a Farben: von 380 bis 780 Röntgen: im ersten halben Millimeter der Skala Langwelle: 1.67 Mio. km von der 0 entfernt



O666c Pfeile: 0.9 1.5 23 320 750
Null: nirgendwo mittig: $\sqrt{1 \cdot 10}$

O668 vlnr: Gamma-Str. Röntgen-Str. UV
sichtb. Licht (oft „VIS“ abgekürzt für VISible) IR
Terahertz-Str. Mikrowellen
UKW KW MW LW Niederfrequenz

Klimaphysik

K0a falsch, Fläche bei 1000 K ist deutlich größer als doppelte bei 500 K

K0b stimmt (Stefan-Boltzmann-Gesetz)

K0c stimmt (Wien'sches Verschiebungsgesetz)

K0d falsch, spätestens bei 0 ist Schluss

K0e falsch, Vergleich 1000er mit 500er-Kurve

K0f stimmt

K2a links 5900 K rechts fett 300 K gepunktet 200 K

K2b die linke ist stark verkleinert (30 Mio-fach)

K2c 400-750 nm (VIS) um 4,7 nm um 15 nm (IR)

K4a $A_K = \pi r^2 = 1.2748 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ $P_{auf} = 1.7349 \cdot 10^{17} \text{ W}$

K4b $A = 4\pi r^2 = 5.099 \cdot 10^{14} \text{ m}^2$ $P_{ab} = 2.340 \cdot 10^{17} \text{ W}$

K4c Erde verliert Energie, kühlt ab, strahlt weniger, Differenz wird kleiner, verschwindet praktisch irgendwann

K4d $P_{auf}/P_{ab} = 1.349$ $300 \text{ K}/\sqrt[4]{1.35} = 278 \text{ K}$

K6a ☉: einige 100 bis 6000 °C; > 6000 km Radius; undurchlässig

☼: +3 °C/100 m; 5 – 70 km; undurchlässig

☽: Höhe 15 km ↔ –50 °C 50 ↔ 0 80 ↔ –90; ohne Wolken durchlässig für VIS, kaum für große Bereiche IR

☿: Anstieg bis > 1000 °C; mehrere 100 km dick; durchlässig weil kaum dicht

K6b Grenzgebiet ☼-☽, wenige Meter dick, 15 °C ± 20 °C

K8a F J E D I A K G B C H

K8b $\kappa \triangleq$ Energiestrom aus Erdinnerem an die Oberfläche;

natürlich: Wärme aus dem Erdinneren, Energie aus radioaktiven Zerfällen

künstlich: Freisetzung aus Nutzung fossiler Brennstoffe und Kernbrennstoffen

Größenordnung gesamt: 0.1 W/m²

nebenbei: Erwärmung durch Gezeitenreibung: < 2 mW/m²

K8c gelb: J D E F grün: K G rot: A B I C H

K8d Erde: 48 + 98 – 5 – 24 – 12 – 104 = +1
Atmosphäre: 23 + 5 + 24 + 104 – 49 – 9 – 98 = 0
All: –100 + 23 + 6 + 49 + 9 + 12 = –1

Erde würde aufgeheizt.

Abweichung liegt aber in einer Größenordnung, die schon durch die Rundungen alleine zustande kommen kann. Sie steht aber von den Vorzeichen her im Einklang mit aktuellem Erkenntnisstand bzgl. Klimawandel.

Hinweis: Daten aus verschiedenen Quellen wurden eben daraufhin „didaktisch“ aufbereitet. Betrag der Abweichung liegt real wohl in der Größenordnung $1 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \triangleq 0.3\%$

K10a VIS weniger betroffen als IR breiter Pfeil ☉ von Sonne, der ungestört durch die Atmosphäre fällt, versus schmalem ☽ von Erde riesiges ☼ von Erde wird absorbiert

K10b ☉: UV großer Teil der Fläche links von VIS in ?? wird absorbiert, von Fläche rechts nur ein kleinerer Teil ☽: 8 – 14 μm gut durchlässiger Bereich für Fläche im Bereich des Maximums des IR-Spektrums in ??

K12 1=atomaren 2=Schwingungen 3=Klänge 4=Energie 5=Übergang 6=Energiedifferenz 7=aufnimmt 8=Absorption 9=passender 10=emittieren 11=Peak 12=dichte 13=geglättet 14=breiter 15=zufällig 16=Spielraum

K14a bis 1 μm: Ozon knapp über 3 und unter 8: Methan zw. 9 und 10: Ozon restliche: CO₂

K14b ☼ würde ins All durchgehen, ☉☽ nahezu weg,

☉ ginge durch bis Erdoberfläche

v.a. wegen Wegfall von ☉ wäre Bilanz der Erdoberfläche stark negativ

K4-Erde bekäme noch das Sonnenlicht ☉☽, das aktuell reflektiert wird

nebenbei: –18 °C-Erde würde wohl mehr vereisen, mehr reflektieren, noch weiter abkühlen

K14c ☽ würde schmaler Erwärmung durch Wegfall von Abstrahlung

K16a CO₂ wird massenweise neu und dauerhaft in die Atmosphäre freigesetzt durch Verbrennung fossiler Brennstoffe, wird dadurch klimarelevant, könnte aber eingespart werden;

Wasserdampf hält sich nicht lange in der Atmosphäre, überschüssiger fällt als Niederschläge aus, seine Konzentration ist kaum beeinflussbar

K16b dichtere Luft dort bedeutet pro Strecke mehr wirkfähige Teilchen, höhere Wahrscheinlichkeit für Absorption

Wasserdampf praktisch nur dort

höhere Temperatur dort verbreitert Peaks

K16c ☼, ☉

K16d geringere Dichte und weniger Wasserdampf ☉

K16e ☉ nimmt ab, Klima erwärmt sich wegen abnehmender Abstrahlung (auch wegen steigender Rückstrahlung ☉)

K16f „Konkurrent“ Wasserdampf kaum vorhanden aber Absorptionsbande des CO₂ im Bereich 15 μm liegt im Maximum des –70 °C-Spektrums, erhöht also die Absorption der sonst durchlässigeren Schichten ideal an Temperatur angepasst

- K18** Ozon reizt z.B. Atemwege und Augen
- K18a** UV ist ionisierend und schädigt Lebewesen in [Ⓔ]
- K18b** ohne Streuung nur Licht aus Richtung Sonne, Rest des Himmels dunkel wie nachts
Bläuliches Licht wird stärker gestreut und trifft daher eher aus anderen Richtungen als von der Sonne her auf die Erde.
bei tiefstehender Sonne geradeaus langer Lichtweg durch die Atmosphäre, daher viel Gelegenheit zum Herausstreuen seiner blauen Anteile, so dass im Rest, der noch aus Sonnen-Richtung kommt, rötliche deutlicher überwiegen
- K18c** Treibhausgas
- K20a** Reisanbau, Viehzucht, Leckagen beim Erdgas-Handling, Bergbau, Abfall-/wasser-wirtschaft
- K20b** nach gewissen Kriterien abgeschätzt bewirkt 1 kg Methan auf z.B. die nächsten 100 Jahre gemittelt in der Atmosphäre ebensoviel Erwärmung wie 28 kg Kohlendioxid
- K22a** ja, denn Wasserdampf ist Treibhausgas
- K22b** ja, wegen verringerter Reflexion von Sonnenlicht an Erdoberfläche, verstärkt durch Anstieg von Meeresspiegel
- K22c** nein, denn Sand reflektiert besser als Grünflächen
- K22d** ja, denn dabei kann sonst mit eingefrorenes Methan aus dem Boden entweichen

Ionisierende Strahlung

~~~~~ Ionisierende Strahlungsarten ~~~~~

- I2** 1=Atomkern 2=Elektronen 3=Atomhülle
4=Bienenschwarm 5=Honigtopf 6=Protonen
7=Neutronen 8=Element 9=Ganzes 10=Molekülen
11=Protonen 12=Ion 13=Anion 14=Kation
- I4a** die gebundenen Partner müssen mit Kraft entgegen einer bindenden Anziehungskraft eine Strecke weit auseinander bewegt werden; $W = F \cdot s$
- I4b** das herausgelöste Elektron (–) und das verbliebene Kation (+)
- I4c** Gamma-, Röntgenstrahlung
- I6b** $6.263 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ $39.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ **I6c** $\lambda < 318 \text{ nm}$
- I8** 1=Materie 2=Teilchen 3=Zerfall 4=stabil
5=Protonen 6=Periodensystem 7=Neutronen 8=Nukliden
9=Isotopen 10=instabil 11=Bauart 12=überstehen
13=Hälfte 14=spontan 15=leichteren 16=freisetzen
17=Gamma 18=Bewegungs 19=Umwandlung
- I10** ionisierende Strahlung aus radioaktivem Material aus lateinisch radius=Strahl und agere=tun,treiben: radioaktiv=„Strahlung aussendend“
- | | | | |
|-----------|-------------|-----|----------------------|
| α | He4-Kerne | 2dm | Papier |
| β^- | Elektronen | 10m | einige mm dickes |
| β^+ | Positronen | 10m | Blech, Plastik, Glas |
| γ | el.magn. W. | 1km | dick Blei |
- I12**
- I14** ③: α ${}^4_2\text{He}$
②: β Elektronen oder Positronen
①: γ el.magn. Welle

XOO	XXO	OOX
XXX	OXX	XXO
OXO	XOX	XOO
OOX	XXO	XXX
OOX	XXO	OOX
OOX	OOX	XOO
OOO	XXX	XXX
OOX	OOX	XOO

- I16** **I18** **I20**
- I22** 1=2 – 5 eV 2=4 – 25 eV 3=100 keV 4=1 – 9 MeV
5=38 meV 6=2.1 eV 7=10 – 100 eV 8=20 – 150 keV
9=2 – 5 MeV 10=0.1 – 3 MeV 11=0.1 – 10 MeV
- I24** 1=Chemische 2=äußeren 3=Atomhüllen 4=pro
5=Elektronenvolt 6=Atomkernen 7=Mega
8=Kernkraftwerke 9=Wärme 10=Spaltung 11=Uran
12=chemische 13=Wärmekraftwerke 14=Wasser
15=Dampf 16=Turbinen 17=Generatoren 18=Strom
19=radioaktive 20=Entsorgung 21=langlebigen
22=Fusion
- I26a** erhöhte Leitfähigkeit durch Ionen und freie Elektronen
- I26b** Verpackung durchdringende Strahlung löst selbe chemische Reaktion wie Licht aus
- I26c** Keime abgetötet durch Zersetzen ihrer Zellstrukturen
- I26d** Zersetzen von Zellstrukturen
- I26e** Farbe-Reaktion an Pigmenten ausgelöst
- I26f** DNA von Zellen so verändert, dass sie wuchern (Mechanismus der Zellteilung gestört)
- I26g** Zersetzen von Zellstrukturen
- I26h** Erbinformation zufällig zum Guten verändert
- I26i** z.B. 0/1 gekippt wegen elektrischer Aufladung; Halbleiter-Material in Struktur verändert und dadurch funktionsuntüchtig geworden

~~~~~ Aktivität ~~~~~

- I130** 1=radioaktiven 2=Zeitspanne 3=Anzahl
4=Zerfällen 5=Aktivität 6=Einheit 7=Becquerel 8=Hertz
9=periodisch 10=unregelmäßig
- I132** beides ist Anzahl/Zeit
Aktivität bezieht sich auf Zerfälle in einem Objekt
Zählrate auf registrierte Strahlungsakte in einem Messgerät
- I140** 10000 Kernzerfälle pro Sekunde **I142** 20 kBq
- I146a** 144000 **I146b** $4\frac{1}{6} \text{ s}$ **I148a** 9984793 600
- I148b** Aktivität nimmt mit der Anzahl ab (9984805 156)
- I150** $\rightarrow \leq \frac{1}{9}$ **I152a** 460 kBq **I152b** 4.348 pg
- I154a** Raumbruchteil: $2/314 = 0.63662\%$ $A = 3700.8 \text{ Bq}$
„mindestens“: Absorption, Totzeit, Wirkungsquerschnitt
- I154b** $A_{GMZ} = (23.56 - 0.75) \text{ Bq} = 22.81 \text{ Bq}$
 $A_{Pr} > 3583 \text{ Bq}$

~~~~~ Halbwertszeit ~~~~~

- I200a** x: t in Halbwertszeiten y: $N/N_0[\%]$
- I200b** $10^6 \cdot (\frac{1}{2})^{1/3} = 793701$ **I200c** $7/8 = 87.5\%$
- I200d** $2.322 \cdot T_H = 13.932 \text{ min} = 835.894 \text{ s}$
- I200e** $t/T_H = 1.737$ $T_H = 25.907 \text{ min} = 1554.4 \text{ s}$
- I202a** $1.6(2.26, 1.13) \cdot 10^{21}$ **I202b** $3.2 \cdot 10^{20}$
- I202c** 1108 min **I204** 38 s (76 s, 126 s, 252 s)
- I208** 28 s **I210** mehr **I214** 44.54%
- I216** $n_0/8 = 0.15 \text{ mol}$ **I222a** länger **I222b** $\frac{4}{9}$

I222c $T_H = 10 \min \frac{\ln(1/2)}{\ln(2/3)} = 17.095 \min$ **I242** 41.5%
I246a 50% **I246b** 25%
I246c $1 - (\frac{1}{2})^{\frac{1}{2}} = 29.29\%$ **I248a** 100· die von L
I248b 1/100· die von L

~~~~~ Strahlenschutz ~~~~~

I300a klein! (groß durchgestrichen) Lehrer beim Experimentieren; Techniker beim Entwickeln von Geräten; medizinisches Personal bei Einsatz von Strahlung zu Diagnostik und Therapie; Bauherren bei Auswahl von Baustoffen

I300b groß! Absorption durch Luft v.a. bei α und β ; Auseinanderlaufen: jede Strahlung, die von punkartiger Quelle in verschiedene Richtungen ausgeht, „verdünnt“ sich an ihrer Front auf wachsende Kugeloberflächen, nimmt alleine deswegen mit $1/r^2$ ab

I300c kurz! Ludwin, denn er kriegt $\frac{120s}{2s} \cdot \frac{1}{5} = 1.2$ mal so viel ab

I300d stark! man orientiert sich am worst case

I300e wenig! α ist schon deshalb schlimmer, weil es im Körper praktisch sicher vollständig absorbiert wird, während γ zu großen Teilen den Körper ohne Wechselwirkung mit ihm verlässt

I302a Man misst, wie viel Energie die Strahlung in das bestrahlte Gewebe einbringt. Für Schäden macht einen Unterschied, ob 3 mJ sich auf 120 kg verteilen oder sich auf 2 g konzentrieren. Deshalb bezieht man die Energie auf die Masse und definiert die **Energiedosis** als Energie pro absorbierender Masse.

I302b Die Energiedosis wird mit einem Qualitätsfaktor zur **Äquivalentdosis** multipliziert. Wichtigstes Beispiel: Die α -Strahlung ist gut absorbierbar. Sie überträgt ihre Energie auf kurzen Strecken und damit viel dichter auf das Gewebe. Sie bewirkt dadurch schlimmere Schäden und bekommt deshalb einen größeren Qualitätsfaktor.

I302c Ein weiterer Zahlfaktor drückt aus, wie schlimm Schäden an einzelnen Organen aus medizinischer Erfahrung sind.

I304a leider nicht korrekt Grenzwerte sind nur vertretbare Kompromiss-Werte zwischen wünschenswerter Null-Belastung und der real unvermeidlichen Exposition.

I304b höher (20 mSv/a), um Ausübung der Berufe zu ermöglichen

I306a det.: Hautrötung, -verbrennungen Haarausfall Trübung der Augenlinse Organversagen Unfruchtbarkeit stoch.: alle Krebsarten genetische Schäden an Nachkommen möglich

I306b deterministisch: weitgehender Schutz, denn geringe Dosen verursachen auch nur geringe Schäden; unterhalb der Grenzwerte nur folgenlos vom Körper reparierbare, nicht merkliche stochastische: Verringerung nur der Wahrscheinlichkeit für Schäden, die stets > 0 bleibt; Schwere ist ggf. unabhängig von der Dosis, zufällig; Jedes einzelne Strahlungsteilchen kann schwerste Krebserkrankung hervorrufen, wenn es die richtige Stelle trifft.

Akustik

A2 20 ms **A4** $\frac{1}{12h} = 23 \mu\text{Hz}$ **A6a** 2.273 ms
A6b 880 **A8** gedrittelt **A10** 3.41 m
A12 37.5 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 km
A24b 245 m **A26** 1 h
A28 c:261.6 277.2 d:293.7 311.1 e:329.6 f:349.2 370.0 g:392.0 415.3 a:440.0 466.2 h:493.9 c':523.3 [Hz]
A30 Quint: $\sqrt[12]{2^7} = 1.4983 \approx 3/2$ kleine Terz: $\sqrt[12]{2^3} = 1.1892 \approx 6/5$ große Terz: $\sqrt[12]{2^4} = 1.2599 \approx 5/4$

Elektronik

~~~~~ Transistoren ~~~~~

E150a $R_{ges} = 400 \Omega$ $I = 15 \text{ mA}$ $U_L = 4.5 \text{ V}$
 $U_L = \frac{L}{R_{ges}} \cdot U_{ges} = 0.75 U_{ges}$
E150b kleineren
E151a 3: Basis, Kollektor, Emitter
E151b Emitter **E151c** BL und HL
E151d Schutz der „Diode“ BE
E151e $I_C \sim I_B$ und $I_C \gg I_B$ wenn U_{CE} nicht zu klein
 $I_E = I_C + I_B \approx I_C$
E152a $U_{ges} = U_{HC} + U_{CE} + U_{EL}$
E152b I_B steigt Transistor verliert Widerstand U_{CE} fällt, I_C steigt U_{HC} und U_{EL} steigen Potenzial von E steigt
E152c Erhöhung von U_{BE} wird gehemmt „Stromgegenkopplung“, stabilisiert die Stromstärken, z.B. gegen Anstieg durch Erwärmung des Transistors; U_{BE} steigt kaum über Schwellenspannung
E153a oberes: dunkler unteres: heller
E153b oberes: heller unteres: dunkler
E153c oberes: heller unteres: dunkler **E154a** H
E154b L **E154c** L **E160** $185.2 \mu\text{A} \dots 296.3 \mu\text{A}$
E162 170
E164 Pins mit B und L verbinden, externe Quelle (erdfrei) für Motor
E166 NTC als L / PTC als H
E168 PTC als L / NTC als H
E170 Sensor, der feucht besser leitet, als H
E172a LDR als L **E172b** LDR als H
E180a FeldEffektTransistor

~~~~~ Digitalelektronik ~~~~~

E215 1=Wörter 2=lateinische 3=Römern 4=Zahlen 5=arabische 6=7019 7=6519 8=734 9=812 10=506 11=٣٧٥
E216 hoffentlich macht dir das ein wenig spass fuer ch gibt es einen extracode welchen? ----
E217a 128 und 64 **E217b** 28 und 53
E217c bereits 2 auf einer Stelle ergeben schon nächsthöheren Stellenwert

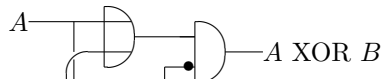
E217d 100110 **E218a** 10011001 **E218b** 153
E218c 3er: 8 Stück (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111)
 5er: 256 Stück

A	$\bar{A}$	$\wedge$	0	1	$\vee$	0	1
0	1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	1	1	1	1

E219 ... beide F
E220a Dioden-Symbol **E221** eine 8
E222 Das hast Du gut gemacht!
E223 1: $\bar{A}$, NOT 2: $A \wedge B$, NAND $\overline{A \vee B}$, NOR

E224a $\overline{A \vee A \vee B \vee B} = A \wedge B$

E224b $\overline{A \wedge A \wedge B \wedge B} = A \vee B$



E226
 1 1 0 1 0 1
 1 1 0 1 0
 1 1 1

E228a
 1 1 0 1 1
 1 1 0 1 0 1 · 1 1 0 1 0
 1 1 0 1 0 1
 1 1 0 1 0 1

E228b
 1 1 1 1 1 1 1
 1 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0

E228c $1010001_2 (= 52 + 29 = 81)$

E228d $1000010_2 (11 \cdot 6 = 66)$

E229a $37 = 1 \cdot 32 + 0 \cdot 16 + 0 \cdot 8 + 1 \cdot 4 + 0 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 100101_2$
 $371 = 1 \cdot 256 + 0 \cdot 128 + 1 \cdot 64 + 1 \cdot 32 + 1 \cdot 16 + 0 \cdot 8 + 0 \cdot 4 + 1 \cdot 2 + 1 \cdot 1 = 101110011_2$

E229b $9B_{16} = 1001\ 1011\ 0011_2$ $9B_{16} = 1001\ 1011\ 0011\ 0001_2$

E229c $53AD_{16} = 51655_8 = 21421_{10}$ **E230** $\rightarrow \sqrt{B}$

E236 $2^{20} = 1\ 048\ 576$ **E238a** set D

E238b reset C **E238c** nichts

~~~~~Zeitliche Dynamik~~~~~

E300a Netzgerät hat Elektronen von der rechten Platte abgezogen ($\rightarrow$ nun positiv geladen) und in die linke (nun negativ) hineingedrückt.

E300b Aufgeladener Kondensator ist Spannungsquelle.
 $\rightarrow$ Elektroskop schlägt aus. Langfristig: Ausschlag geht so zurück, wie Kondensator sich über die (v.a. feuchte) Luft entlädt.

E302a Ⓐ: gegen UZS durch obere Masche Ⓔ: gegen UZS durch untere

E302b immer +

E302c Stellung zum Auf- bzw. Entladen des Kondensators

E302d (hochohmiges) Voltmeter parallel und Amperemeter seriell zu C

E302e durchgezogen: Stromstärke gepunktet: Spannung oder Ladung
 Schalter-Intervalle: Ⓐ Ⓔ Ⓐ Ⓔ

E304a $2H \mapsto 75\%$ (87.5%, 93.75%)

E304b bereits erfolgte Aufladung wirkt weiterer Aufladung entgegen

E304c $2.322H = 7.0\text{ s}$ $1H$ **E304d** theoretisch ∞

E306a anfangs spritzend, kontinuierlich abnehmend
 heftig dem verbliebenen Schweredruck entsprechend

E306b weniger Strom, längere Halbwertszeit engeres Loch $\hat{=}$ größerer Widerstand $H \sim R$

E306c Füllhöhe $h \hat{=} U$ Füllvolumen $V \hat{=} Q$ Grundfläche $G \hat{=} C$
 $V = G \cdot h$ entspricht $Q = C \cdot U$

E306d Auffüllen der Tonne durch das Loch mit einer Pumpe konstanten Drucks

E320a nein kein Basisstrom möglich, Transistor sperrt

E320b volle Spannung an Parallelschaltung aus Kondensator und BE Transistor schaltet durch $\rightarrow$ Lampe leuchtet
 Kondensator lädt sprunghaft auf

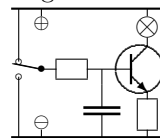
E320c aufgeladener Kondensator entlädt sich eine Weile über BE $\rightarrow$ Lampe erlischt langsam

E321a ja maximale Spannung an Parallelschaltung aus Kondensator und BE Transistor leitet

E321b Kondensator kurzgeschlossen, sprunghafte Entladung, keine Spannung an BE Lampe sofort aus

E321c Kondensator wird langsam aufgeladen Lampe geht langsam an

E322 naheliegend: wie in E320 mit R seriell am Schalter



ausgereifter: