

Optik

Brechung

O2 im Schnittpunkt der Verlängerungen der Linien vom Auge aus

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

Brechungsindex

- O80** Wasser: 1.33 Glas: 1.5 Diamant: 2.42
- O82** 158 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ **O84** $n = 1.54$
- O86** 200 000 $\frac{\text{km}}{\text{s}}$ $n = 1.5$ **O88** $n = 1.31$ 47.5°
- O90** Steigung = $1/n$ **O92** 31.1°
- O94** $\Delta x_{Luft} = 30 \text{ cm}$ $\beta = \arctan(0.5) = 26.565^\circ$
 $\alpha = \arcsin(\sin(\beta)/n) = 19.5975^\circ$ $\Delta x_{Wasser} = \tan(\alpha) \cdot 1.80 \text{ m} = 64.09 \text{ cm}$ $\Delta x_{gesamt} = 94.09 \text{ cm}$

Totalreflexion

- O140** 49° 25° **O142** ergäbe: 41.3°
- O150** in einem 49°-Sichtkegel: die Welt über Wasser; überlagert vom Spiegelbild des Beckenbodens und der Wände auf ganzer Fläche

Linien

- O204a** 12.5° **O204b** 9 cm **O206** wird größer
- O210** $MS \cap BE \rightarrow S(40 | -10)$
- 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
- O218** Bündel wird verengt

Abbildung durch Linien

- O282** $b = 84 \text{ mm}$ $B = 35 \text{ mm}$
- O284** $b = 55 \text{ mm}$ $B = 30 \text{ mm}$
- O286** $b = 40 \text{ mm}$ $B = 2\frac{2}{3} \text{ cm}$ **O288** b bleibt gleich
- 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

Linienleichung

- O360** $f = gb/(b+g)$ $g = bf/(b-f)$ $b = gf/(g-f)$
- O362** $b = 12 \text{ cm}$ $B = 2.5 \text{ cm}$ **O364** $g = 37.5 \text{ cm}$
- O366** $b = 112 \text{ cm} \hat{=} 28 \text{ mm}$ $B = 48 \text{ cm} \hat{=} 12 \text{ mm}$
- O368** $b = 40.3 \text{ mm}$ $B = 11.94 \text{ mm}$
- O370** $b = 72 \text{ cm}$ $B = 18 \text{ cm}$ **O372a** $f = 17\frac{1}{7} \text{ cm}$
- O372b** $b = 50 \text{ cm}$ $f = 22\frac{2}{9} \text{ cm}$
- O374** $37.5 \text{ cm} = \frac{n+1}{n} \cdot f$ **O376** $f/(g-f)$
- O380** $\frac{b}{g} = \frac{B}{G} = \frac{b-f}{f} = \frac{b}{f} - 1$ $| : b$ $\frac{1}{g} = \frac{1}{f} - \frac{1}{b}$

O382 Abstand $d = g^2/(g-f)$ minimal für $g = 2f$
 $d_{min} = 4f$

O384 Im Bild liegt die Pfeilspitze um G weiter von der Linse entfernt als der Fußpunkt.

O386a $3 \rightarrow 6$ $4 \rightarrow 4$ $5 \rightarrow 3\frac{1}{3}$ $6 \rightarrow 3$ $10 \rightarrow 2.5$

O386b Schnittpunkt $(2|2) \hat{=} (f|f)$

O386c z.B. aus Vergleich von Steigungen zwischen $(0|b) - (f|f) - (g|0)$ $-\frac{b-f}{f} = -\frac{f}{g-f} \Leftrightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{b} + \frac{1}{g}$

O390 $g = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} - lf} = 50 \text{ cm} \pm 22.36 \text{ cm}$

Virtuelle Bilder

- O440** $b = -9\frac{1}{3} \text{ cm}$ $B = 4\frac{2}{3} \text{ cm}$
- O442** $b = -\frac{24}{7} \approx -3.4 \text{ cm}$ $B \approx 8.6 \text{ mm}$

g	b	B
$g \rightarrow \infty$	$b \rightarrow f$	$B \rightarrow 0$
$g > 2f$	$f < b < 2f$	$B < G$
$g = 2f$	$b = 2f$	$B = G$
$f < g < 2f$	$b > 2f$	$B > G$
$g = f$	$b = \infty$	$B = \infty$
$f > g > f/2$	$b > f$	$B > 2G$
$g < f/2$	$b < f$	$G < B < 2G$

O446 ja, Strahlen vorhanden

O448 Fotoplatte am Ort des Bildes nimmt nur reelles Bild auf; fotografieren lässt sich jedes Bild

O452b $b = -60 \text{ mm}$ $B = -75 \text{ mm}$

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 **O514** 12.5 dpt **O516** 25 cm
- O518** $f = 19.05 \text{ cm}$ $b = 21.3 \text{ cm}$ **O520a** 3
- O520b** $g = 3 \text{ cm}$
- O522** ein Fernrohr verdichtet Strahlenbündel

O524 gemeins. Brennpunkt, kürzere Bauform, aufrechte Bilder

O526 auf 31.5° **O530** 9 cm

Vermischtes

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

Farbe

- O640** schneller
- O642** Sonne hinten, Regen vorne; auf der Verlängerung Sonne-Beobachter
- O646** $f_{\text{blau}} < f_{\text{rot}}$

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

Elektrische Größen

Stromstärke und Ladung

- G2** Ampere ist Basis Coulomb früher über Knallgas-Produktion definiert
- G4** Autos/Stunde m^3/s W bit/Sekunde
- G6** 2520 C **G8** 25 A **G10** 15 s **G12** 0.16 ms
- G14** 14 C **G16** $t = Q/I = 0.192 \text{ C} / 0.0032 \text{ A} = 60 \text{ s}$
- 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** $I = 40 \text{ A}$ $A \geq 5 \text{ mm}^2$

Elektrische Ladung

Ladungsphänomene

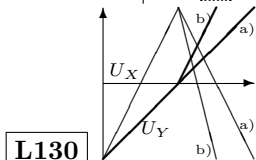
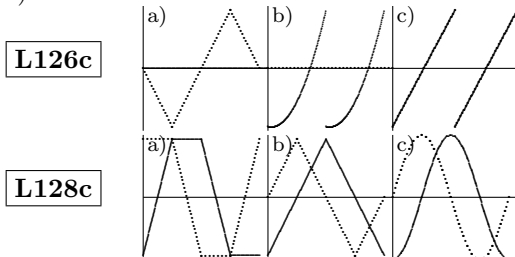
- L2** Anziehung
- L4** gleiches Vorzeichen \rightarrow Abstoßung ungleiches Vorzeichen \rightarrow Anziehung
- L6a** außen **L6b** außen **L6c** außen **L6d** innen
- L8** K1, K2: je $+\frac{1}{4}Q$ K3: $-\frac{1}{2}Q$
- L10** mit U : „ping-pong“ ohne U und Pusten: auspendeln
- L12** keine
- L14** Ladungstrennung durch Annäherung von Ladung ohne Berührung
- L16c** alle Vorzeichen, kein sichtbarer Unterschied
- L18a** Kontakt A-B, Annäherung C, Trennung A-B
- L18b** **A** + **B** -

Elektronen

- L60** Neutronen (0) Protonen (+) Elektronen (-)
- L62a** - an Katode **L62b** Verdampfen **L62c** -
- L62d** ja, wenn geheizt **L64a** Elektronen drauf
- L64b** Elektronen runter
- L64c** Elektronen aus Erde kommen drauf
- L64d** Elektronen treten über
- L64e** Elektronen aus Becher gehen auf Kugel über
- 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** $0.47 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$ **L72** B
- L74** $1 \text{ eV} = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

Braun'sche Röhren

- L124** a) horizontal hin, her
- b) diagonal von links oben nach rechts unten
- c) auf einer Acht



L130

Widerstand

- G220a** $R = U/I = 5 \Omega$ **G220b** $P = U \cdot I = 8820 \text{ W}$
- G222** $U = R \cdot I = 1692 \text{ V}$ **G224** 6Ω **G226** 40 V
- G228** $\frac{1}{2} \text{ A}$ **G230a** 90Ω
- 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** $49 \frac{1}{2} \text{ }^\circ\text{C}$ **G238** 529Ω
- G240** $\Delta W = 10.5 \text{ kJ}$ $P = 35 \text{ W}$ $U = 20.5 \text{ V}$
- G242c** 4Ω

Vermischtes

- G300** 8.33 A **G302** $881 \frac{2}{3} \Omega$ **G304** 5.73 s
- G306** 216 kC **G308** 252 s **G310b** 2 h

- G310c** 3456 J **G312a** ·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, 5^{00}
 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** 50Ω
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 $\Delta W = \Delta P \cdot t = 360 \text{ kJ}$
G334a $U = R \cdot I = 375 \text{ V}$ **G334b** $I = P/U = 3.75 \text{ A}$
G334c $P = U^2/R = 250 \text{ W}$ **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

Serienschaltung

- 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. $5 \Omega, 7 \Omega, 12 \Omega$ 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 $500 \dots 0 \text{ mA}$ **S28b** $I/A = 50/(100 + x)$
S30 fällt **S32a** $\rightarrow 2 \Omega$ **S32b** $\rightarrow 1.1 \bar{1} \Omega = \frac{10}{9} \Omega$
S32c $1; 1\frac{2}{3}; 2\frac{1}{9}; 2\frac{11}{27}; 2\frac{49}{81} \rightarrow 3 \Omega$
S34 offen: nur \odot über Schalter $\neq 0$ zu: nur \odot über Schalter = 0

Parallelschaltung

- 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
	50	8.3	14.2857
	100	9.09	16.6

- 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 $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = 0.105\bar{3}/\Omega$ $R_P = 9.49367 \Omega$
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

- 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 $900 \Omega - 92.3 \Omega = 807.7 \Omega$
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 $I_3 = 300 \text{ mA}$ $I_4 = 240 \text{ mA}$ $I_{1,2} = 60 \text{ mA}$
 $U_3 = U_4 = 12 \text{ V}$ $U_1 = U_2 = 6 \text{ V}$
S176b

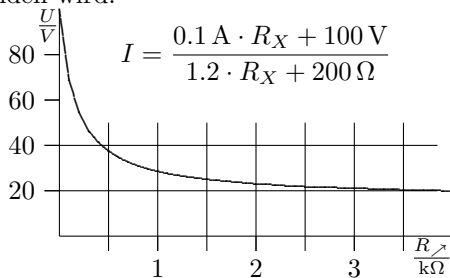
	I_1	I_2	I_3	U_1	U_2	U_3
auf	1	1	0	1/2	1/2	0
zu	1	1/2	1/2	2/3	1/3	1/3

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 $U_2 = 80 \text{ V}$ $U_1 = U_X = 35 \text{ V}$ $I_1 = 350 \text{ mA}$
 $I_X = 50 \text{ mA}$ $R_X = 600 \Omega$
S184 12 V
S186 $R_{AB} = 40 \Omega$ $R_{ABV} = 120 \Omega$ $I_V = 0.3 \text{ A}$
 $U_V = 24 \text{ V}$ $U_{AB} = 12 \text{ V}$ $I_A = I_B = 0.15 \text{ A}$
S188 $I = 4 \text{ A}$ $R = 1.25 \Omega$ $R_{ges} = 3 \Omega$ $R_V = 1.75 \Omega$
 $P_V = 28 \text{ W}$
S190 $I = 50 \text{ mA}$ $R_V = 40 \Omega$
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 $600 \Omega = R_{ABC} = 1.5R_A$ $R_A = 400 \Omega$
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**
 $83.33 < 96.77 < \frac{I}{\text{mA}} < 403.8 < 500$
 $16.67 < 19.35 < \frac{U}{\text{V}} < 80.77 < 100$
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 $800 \Omega / 50 = 16 \Omega$
S240a $R_{12} = 48 \Omega$ $R_{ges} = 126 \Omega$
 $I_{ges} = 2 \text{ A} = 1.2 \text{ A} + 0.8 \text{ A}$ $U_{12} = 96 \text{ V}$ $U_V = 156 \text{ V}$
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 |
- S250** **S252**
- | | | |
|----|-----|------|
| 10 | 100 | 100 |
| 40 | 400 | 100 |
| 15 | 30 | 500 |
| 35 | 28 | 1250 |
| 15 | 20 | 750 |
- 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

Anwendungen von Widerständen

Spannungsteiler

- W2a** 1 kΩ **W2b** 3 kΩ, 9 V
- W2c** $R_{2+L} = 19.6 \Omega$ $U_2 = 0.078 V$
- W2d** $R_2 = 1 \Omega$ $R_1 = 3 \Omega$ $R_{2+L} = 0.952 \Omega$ $U_2 = 2.89 V$
- W2e** $I_{ges} = 3.036 A$ $P_{ges} = 36.4 W$
- $P_L = 418 mW = 1.15\% P_{ges}$
- W2f** 3940.303 Ω
- W4** Spannungseinbruch bei Belastung, Energieverschwendung
- W6** $257 < \frac{I}{mA} < 377$ **W8** (120 + 180) Ω
- W10a** $R_{ges} = 10.099 \Omega$ $U = 0.392 V = 2\% \cdot U_{soll}$
- W10b** $R_{ges} = 1.99 \Omega$ $I_{ges} = 20.1 A$
- $P_{ges} = (3.96 + 396 + 404) W$ $\eta = 0.5\%$

Innenwiderstände

- W60** $R_i = 15 \Omega$ **W62a** 2.4 A
- W62b** $I = 0.8 A$ $U_K = 4 V$
- W62c** 2.5 → 1200 5 → 800 7.5 → 600 10 Ω → 480 mA
- 12.5 → 400 15 → 343 17.5 → 300 20 → 267
- W64** $R_{ges} = 96 \Omega$ $R_i = 6 \Omega$ $I_K = 3 A$
- W66a** 0.24 Ω **W66b** 5.357 A **W66c** 10.714 V
- W68** $I = \frac{1.6 V}{5 \Omega} = 320 mA$ $R_I = \frac{0.4 V}{320 mA} = 1.25 \Omega$
- W70a** 0 V **W70b** 0.4 Ω **W72** $R = R_i$
- W74a** $I = 1.7 A$ $R_i = 2.94 \Omega$ **W74b** $I_K = 30.6 A$
- W76a** $I = 333 mA$ $U_K = 21.667 V$
- W76b** $R_{12} = 29 \Omega$ $I_{12} = 666 mA$ $U_K = 19.335 V$
- $I_1 = 297 mA$
- W80a** → 0 **W80b** → ∞
- W82a** 40 mA (400 mA 4 A 40 A)
- W82b** 39.841 mA (384.6 mA 2.857 A 8 A)
- W84a** $U_1 = 5 V$ $U_2 = 15 V$
- W84b** $U_1 = 4.98 V$ $U_2 = 14.94 V$
- W84c** $U_1 = 3.64 V$ $U_2 = 9.09 V$ **W86a** 4 Ω
- W86b** 3.5 Ω **W86c** 1.5 Ω **W88a** 3.2 V
- W88b** $I = 21.3 mA$ $U_0 = 3.413 V$ **W90** 0.2 Ω
- W92** 162 kΩ **W94** ∞ **W96** A. wie V.
- W98** 98 Ω in Serie dazu
- W100a** $I_i = \frac{R_{3-i}U_i + R_V(U_i - U_{3-i})}{R_1 R_2 + R_V(R_1 + R_2)}$ $I_1 = 36.7925 mA$
- $I_2 = 5.67925 A$ $U_V = 11.4321 V$
- W100b** $I_1 = 56.6 mA$ $I_2 = 5.66 A$ $U_V = 11.434 V$
- W100c** $U_1 = 11 \frac{2}{7} V$

Spezifischer Widerstand

- W162a** 3.4 mΩ
- W164** $A = 2.2 \cdot 10^{-3} mm^2$ $d = 53 \mu m$
- W166** 1.9 mΩ **W168** 38.48 cm **W170** $R_2 = 9R_1$
- W172** 0.25 mm **W174a** 100 Ω
- W174b** $n = 318$ $\Delta R = 314 m\Omega$
- W176b** $2 \cdot 0.567 \Omega = 1.133 \Omega$ **W176c** 26.45 Ω
- W176d** $I = 8.338 A$ $U_S = 220.55 V$ 4.11%
- W176e** $P_S = 1839 W$ $P_K = 78.8 W$ 8.05%
- W178** $R_{Fe} = 30.588 \Omega$ $R_{Al} = 1.032 \Omega$ $R = 0.99865 \Omega$
- W180a** vorne **W180b** $\frac{\rho \cdot 32 m}{.017671 mm^2} = 30.78 \Omega$
- W182a** $R = \rho \cdot 60.32 m / 0.03142 mm^2 = 96 \Omega$

- W182b** 5 V:7 V **W182c** $I \uparrow$ $U_{AM} \downarrow$
- W184b** $R = 0.22 \Omega$ $\rho = 0.55 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$

Elektrotechnik

Lorentzkraft

- T2** ↓ → 0 0 | ↓ ↓ ⊙ ↑ | ← ⊗ → **T4** nach rechts
- T6** ↓ → 0 + | ↓ ↓ ⊙ ↑ | + ⊗ -
- T8a** (Ladung +, Bewegung ⊙) oder (-, ⊗)
- T8b** niemals **T8c** (+, →) oder (-, ←) **T10a** 90°
- T10b** 30° und 150° **T10c** bei kleinen **T10d** 90°

Elektromotoren

- T62** weich, reibfest, leitfähig
- T64a** weniger Kontakte nötig **T64b** zweimal
- T64c** wenn Last so gering, dass Drehzahl davon unbeeinflusst
- T66** in Ruhestellung Spulenchse parallel zu äußerem Magnetfeld → Kommutator auf Isolation und auch bei Stromfluss sowieso kein Drehmoment Abhilfe: sternförmige Anker mit ≥ 3 Spulen
- T68** Umpolung: kehrt Drehrichtung um Wechselspannung: nur „Zittern“
- T70** Elektromagnet als Stator, gleichphasig zu Rotor

Induktion

- T120** gleich: Leiterschaukel vorher: Strom → Bewegung jetzt: umgekehrt
- T122** jedenfalls im Uhrzeigersinn
- T124** etwa sinusförmig **T126** f und \hat{U} größer
- T128** untere Lampe: leuchtet, wenn Schalter zu obere Lampe: 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
- T182** vorher: $v = const$ nachher: $v \searrow 0$ (exponentiell für $R = const$)
- T184a** nach rechts
- T184b** größeres $v \rightarrow$ größere Induktionsspannung entgegen Batteriespannung → kleinere Stromstärke
- T186** im Magnetfeld nach unten

Wechselspannung

- T240a** $f = 5 Hz$ $T = 0.2 s$ **T240b** 28.284 V
- T242** $\hat{U} = 325 V$ **T244a** 20 Hz
- T244b** $T/2 = 50 ms/2 = 25 ms$ **T244c** 1500

T246 10 ms **T248** $I_{eff} = 9.2 \text{ A}$ $\hat{I} = 13 \text{ A}$

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: $200 \mu\text{s}$ 5 kHz 100 mV

Mitte unten: $300 \mu\text{s}$ $3\frac{1}{3} \text{ kHz}$ 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 $X = 200 \text{ ms}$ $Y = -10 \text{ kV}$

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 $T = 25 \text{ ms}$ $X = 6.25 \text{ ms}$ $Y = -90.510 \text{ mA}$

T258b $T = 5 \text{ ms}$ $X = 1.25 \text{ ms}$ $Y = -0.5 \text{ A}$

T258c $f = 25 \text{ Hz}$ $T = 40 \text{ ms}$ $X = 10 \text{ ms}$ $Y = -4.243 \text{ A}$

T260 $I_{eff} = 13.043 \text{ A}$ $\hat{I} = 18.446 \text{ A}$

T262 $\hat{I}_A = 7.071 \text{ A}$ $I_{B,eff} = 4.950 \text{ A}$ $\rightarrow \textcircled{A}$

T264 $\hat{U} = 33.941 \text{ V}$ $\hat{I} = 11.314 \text{ A}$ $P = 192 \text{ W}$

T266a $T = 20 \text{ ms}$ **T266b** 28.284 mA

T266c $\pm 0.8 \text{ V}$ **T266d** 50 Hz

Transformatoren

T320a 16 V **T320b** 400 mA **T320c** 26.67 mA

T320d 6.4 W **T322a** 115 mV/Wndg

T322b 28.75 V **T322c** 115 mV 57.5 V

T324 31.3 **T326** 192 (128)

T328 18.4 kV 2.875 V **T330a** 100 V

T330b 707 **T332a** $42 \text{ V} \cdot \frac{420}{280} = 63 \text{ V}$

T332b $6 \text{ V} \cdot \frac{280}{420} = 4 \text{ V}$ **T332c** $12 \text{ V} \cdot \frac{650}{400} = 19.5 \text{ V}$

T332d $650 \cdot \frac{12}{150} = 52$ **T332e** $5 \text{ A} \cdot \frac{200}{80} = 12.5 \text{ A}$

T334 2 V/10Wdg: 4, 8, 10, 12, 18, 22, 28, 40 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

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** $42 \cdot \frac{280}{420} = 28$

T366b $10 \cdot \frac{420}{600} = 7$ **T366c** $300 \cdot \frac{10}{12} = 250$

T368 [Änderungen] [Primär] [Eisenkern]

[induzieren] [Sekundär] [Spannung]

[Transformator] [Leerlauf] [Sekundär]

[geschlossenen] [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 10 Ω **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 $U_P = 6900 \text{ V}$ $U_{Leitung} = 3 \text{ V}$ $U_{gesamt} = 6903 \text{ V}$

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]

T996a 55 Ω und 66 Ω

T996b 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 $S - 4P \geq 0$

T998 80 mA \downarrow

Nutzung von Energie

Brennwert

N2 $m = 850\text{ g}$ $W = 35.700\text{ MJ}$ **N4** 1500 kg
N6 $W_A = 107.1\text{ GJ}$ $W_B = 105.6\text{ GJ}$

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: Benzin: 20 Wasserstoff: 18 Erdgas: 6 Kohle: 4.2

Energiewandler

N60 81.7% **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 $3456\text{ t} - 3360\text{ t} = 96\text{ t}$

Wärmekraft

Wasserkraftwerke

N180a 107.91 J **N180b** 7.554 MJ
N180c 7.554 MW **N180d** 84.7%
N180e $201.830\text{ TJ} = 56.064\text{ GWh}$ **N182a** 693501
N182b 84 m^3 **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 $-1.143, +1469650$

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.

Elektronik

Halbleiter

E2 [Serien] [23] [1 Lämpchen durchbrennt]
[parallel] [kalt] [großen] [geringer] [023] [230]

[Strom] [Heißleiter] [erhitzt] [steigt]

E4 höhere Temperatur \rightarrow NTC leitet besser \rightarrow mehr Strom \rightarrow mehr Spannung über R

E6 blaues

E8 Anzahl und Beweglichkeit von Ladungsträgern

E10 Valenz-Elektronen: im obersten vollen Band
Leitungs-Elektronen darüber

E12a nimmt ab, mehr thermische Zusammenstöße bei etwa gleichbleibender Anzahl Leitungselektronen

E12b nimmt zu, mehr Elektronen ins Leitungsband übergetreten

E14 bei Überlappung mit Leitungsband

E16a Löcher im Valenzband wandern

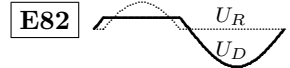
E16b Einbringen von Fremdatomen mit weniger Valenzelektronen in einen Halbleiterkristall

E18 frei Fall eines Elektrons vom Leitungs- ins Valenzband

E20 1.5 mA

Dioden

E80 durch \otimes immer \downarrow



E84a nein

E84b Begrenzung von I bei Durchschalten

E84c e^- -Übertritte vom n- ins p-dotierte Gebiet

E84d Solarzellen **E84e** $U_{Schwellen} = W_{Rekomb}/e$

E86 wie Graetz, mit roter Diode & R in der Mitte

E88 $R = 50\ \Omega$ **E90b** $U_R = 6.7\text{ V}$ $R = 335\ \Omega$

E90c $U_D = 9\text{ V}$, $U_R = 0\text{ V}$

E94a alles an, rechte \otimes schwächer

E94b nur rechte \otimes voll an

E94c beide \otimes voll an, Diode aus

E96a $U_D = 2\text{ V}$ $U_R = 3\text{ V}$ $I = 30\text{ mA}$

E96b $U_D = 5\text{ V}$ $U_R = 0\text{ V}$ $I = 0\text{ mA}$

E96c $U_{10\ \Omega} = 1\text{ V}$ $I_{ges} = 100\text{ mA}$ $I_{50\ \Omega} = 40\text{ mA}$

E98a 41 mA **E98b** 44 mA **E100a** 66 mA

E100b 38 mA 60 mA **E102a** 44 mA 22 mA

E102b $33\frac{2}{3}\text{ mA}$ **E104a** 0 mA

E104b 41 mA 0 mA

E106a Serienschaltung: 6 V-Batterie, Test-Diode, Grün-LED $R = 175\ \Omega$

E106b grün

E106c z.B. Serie aus 2 Rot-LEDs parallel zur Test-Diode

E108 Serie R-(Diode-Diode) Motor parallel zu (Diode-Diode)

Transistoren

E160 $185.2\ \mu\text{A} \dots 296.3\ \mu\text{A}$ **E162** 170

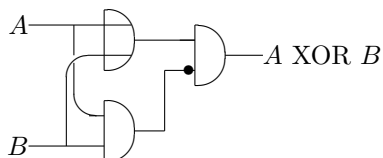
Digitalelektronik

E220a Dioden-Symbol

E222 Das hast Du gut gemacht!

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

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

**E226****E228** 1010001 (81) 11011 (27) 1000010 (66)**E230** $\rightarrow \sqrt{B}$ **E236** $2^{20} = 1\,048\,576$ **E238a** set D**E238b** reset C **E238c** nichts

ZU DIESEN LÖSUNGEN:

Ich gehe davon aus, dass in diesen Lösungen Fehler stecken, für die ich Sie schon einmal vorab um Verzeihung bitte. Falls Sie einen Fehler finden oder vermuten, sagen Sie mir bitte Bescheid, z.B. per e-mail an

physik@gelbini.de

oder über den Verlag. Alle bereits gefundenen Fehler werde ich auf meiner Homepage veröffentlichen. Aktuell erreichen Sie diese Liste direkt über die Adresse

gelbini.de/errata.htm

oder zuverlässiger indirekt über

www.softfrutti.de \rightarrow „Links“