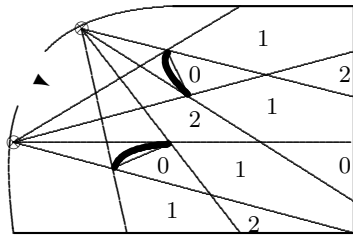
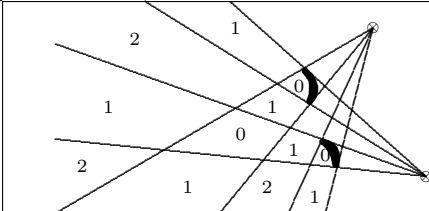


Optik

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



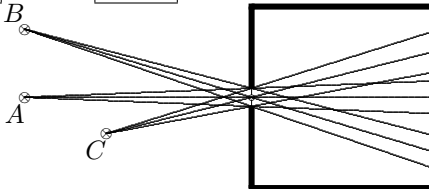
**O-10**



**O-9**

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

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



**O-6**

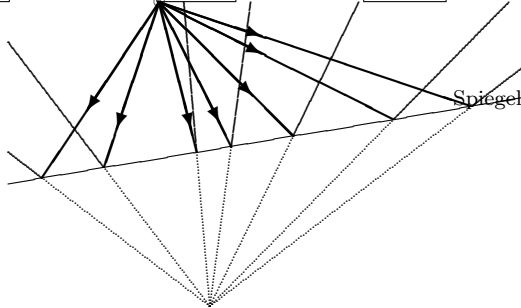
**O-6b**  $|AB| = 15 \text{ mm}$      $|A'B'| = 12 \text{ mm} = 0.8 \cdot |AB|$

**O-6c** für C größter Fleck

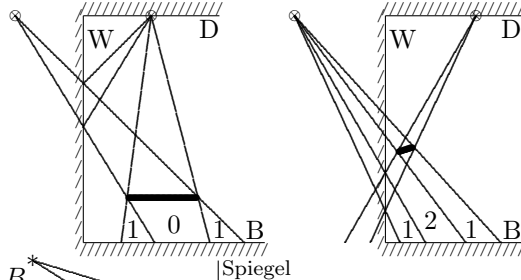
**O-5**  $> \frac{30}{30+50} \cdot 16 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$

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

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

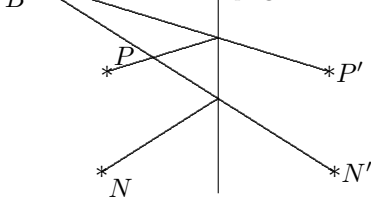


**O-2**



**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

O29 Übereinstimmung: Fisch wird höher gesehen
Unterschied: laut O28 genau vertikal oberhalb der echten Position, laut O2 näher am Betrachter Unterschied kommt aus Augenstellung: vertikal übereinander in O2, horizontal nebeneinander in O28

O30 in O28: kein Einfluss in O2: mehr Abstand \rightarrow höher

~~~~~ Brechungsindex ~~~~~

**O78** Winkel bis knapp  $35^\circ$

**O80** Wasser: 1.33    Glas: 1.5    Diamant: 2.42

**O81** scheinbare=echte /n    **O82**  $158\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$

**O83a** am Beckenrand wie gewohnt waagrecht; vom Rand weg wölbt der Boden sich zu einer vertikalen Wand nach oben, sogar mit Überhang; dahinter verläuft er wieder immer flacher knapp unter der Wasseroberfläche weiter; „Hebung“

**O83b**  $45^\circ$      $71^\circ$     **O84**  $n = 1.54$

**O85a** Ⓐ: Reflexion    Ⓑ: Brechung

**O85b** Brechungsindex     $n = \sin(58^\circ)/\sin(32^\circ) = 0.848/0.530 = 1.600$

**O85c** parallel im Abstand 31.015 mm

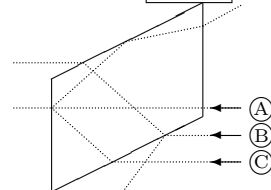
**O86**  $200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$      $n = 1.5$     **O88**  $n = 1.31$      $47.5^\circ$

**O90** Steigung=  $1/n$     **O92**  $31.1^\circ$

**O94**  $\Delta x_{\text{Luft}} = 30 \text{ cm}$      $\beta = \arctan(0.5) = 26.565^\circ$   
 $\alpha = \arcsin(\sin(\beta)/n) = 19.5975^\circ$      $\Delta x_{\text{Wasser}} = \tan(\alpha) \cdot 1.80 \text{ m} = 64.09 \text{ cm}$   
 $\Delta x_{\text{gesamt}} = 94.09 \text{ cm}$

~~~~~ Totalreflexion ~~~~~

O140 49° 25° **O142** ergäbe: 41.3°



O143

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

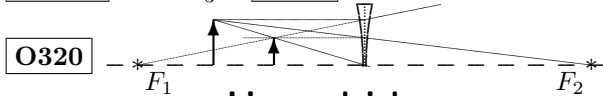
O150 in einem 49° -Sichtkegel: die Welt über Wasser; überlagert vom Spiegelbild des Beckenbodens und der Wände auf ganzer Fläche

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** $G = 18$ cm **O283b** $g = 45$ cm
- O284** $b = 55$ mm $B = 30$ mm
- O286** $b = 40$ mm $B = 2\frac{2}{3}$ cm b bleibt gleich
- O282** $b = 84$ mm $B = 35$ mm
- O290** $(75|-24)-(75|15)$ **O292** $b = 4.5$ cm $f = 3$ cm
- O294** $g = 7.5$ cm **O296** $b = 45$ mm
- O298** $b = 24$ cm $B = 3$ cm **O300a** $(-5|-6\frac{2}{3})$
- O300b** $(5|-6\frac{2}{3})$ **O302** 35.95 mm



Linsengleichung

- O360** $f = gb/(b + g)$ $g = bf/(b - f)$ $b = gf/(g - f)$
- O362** $b = 12$ cm $B = 2.5$ cm **O364** $g = 37.5$ cm
- O366** $b = 112$ cm $\hat{=} 28$ mm $B = 48$ cm $\hat{=} 12$ mm
- O368** $b = 40.3$ mm $B = 11.94$ mm
- O370** $b = 72$ cm $B = 18$ cm **O372a** $f = 17\frac{1}{7}$ cm
- O372b** $b = 50$ cm $f = 22\frac{2}{9}$ cm
- O374** 37.5 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.
- O385** aus $\frac{1}{f} = \frac{1}{g} + \frac{1}{b}$ mit $b = g \cdot \frac{B}{G}$ $g = f \cdot (1 + \frac{G}{B})$ hier:
 $g = 6f = 90$ cm $b = f \cdot (1 + \frac{B}{G}) = 1.2f = 18$ cm
- 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** $g = \frac{1}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{4} - lf} = 50$ cm ± 22.36 cm

Virtuelle Bilder

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

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

- O444**
- O445a** $b = 75$ mm $B = 36$ mm reell
- O445b** $b = -60$ mm $B = 72$ mm virtuell
- O446** ja, Strahlen vorhanden

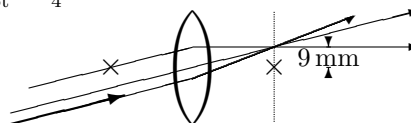
- O448** Fotoplatte am Ort des Bildes nimmt nur reelles Bild auf; fotografieren lässt sich jedes Bild
- O452b** $b = -60$ cm $B = -75$ mm

Optische Geräte

- O500** $f = 33.53$ mm
- O502** $b = 40.54$ mm ($B = 25.68$ mm) $G = 1.48$ 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** $f = 19.05$ cm $b = 21.3$ cm
- O519** $b = -12$ cm $B = 40$ mm **O520a** 3
- O520b** $g = 3$ 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** $b = -18$ mm $B = -10$ mm
- O581a** $b = 37.5$ cm $B = 18$ cm reell
- O581b** $b = -30$ cm $B = 36$ cm virtuell
- O582a** Konvex- bzw. Konkavlinse
- O583** dpt=Dioptrie Größe: Brechkraft Brennweite
 $f = \frac{1}{4 \text{ dpt}} = \frac{1}{4}$ m Sammellinse



- O584**
- O585** $g = 95$ cm
- O586** $g = 84$ cm: $b = 60$ cm $B = 10$ cm reell
 $g = 28$ cm: $b = -140$ cm $B = 70$ cm virtuell

O587a Reflexion und Brechung

O587b

O587d ② **O588** $b = 15 \text{ mm}$ $B = 7.5 \text{ mm}$

O589a -12.5 Dioptrien

O589b $b = -48 \text{ mm}$ $B = -18 \text{ mm}$ **O589d** virtuell

O592 $b = 37.5 \text{ cm}$ $B = 30 \text{ cm}$

O594a $b = 60 \text{ cm}$ $f = 15 \text{ cm}$ **O594b** kleiner

Farbe

- O640** schneller
- 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

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** ① + ② -

Elektronen

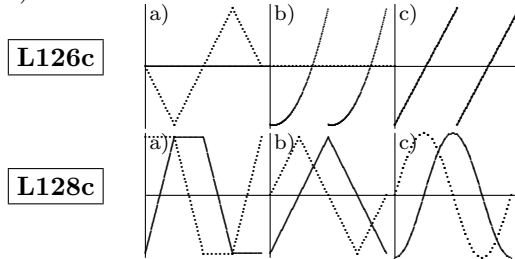
- L60** Neutronen (0) Protonen (+) Elektronen (-)
- L61** $n = 12.4844 \cdot 10^6 = 2 \cdot 6.2422 \cdot 10^6$
- L62a** - an Kathode **L62b** Verdampfen **L62c** -
- L62d** ja, wenn geheizt
- L63** a) ooxoo b) oxoox c) xooxo d) xoooo e) ooxoo f)
oxoox

- 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

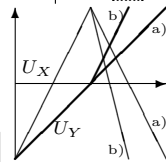
- L120a** heizen, beschleunigen, ablenken x&y
- L120b** Schirm ist mit Leucht-Stoff beschichtet
- L120c** x-y, t-y

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



L126c

L128c

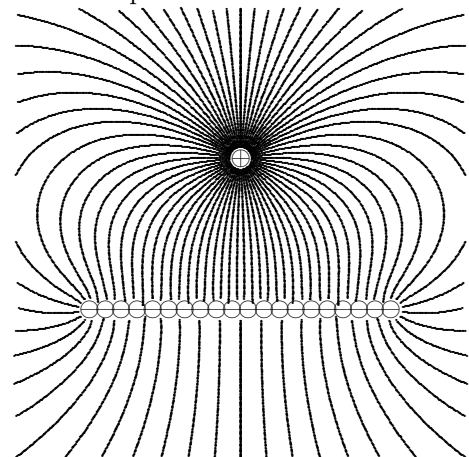


L130

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 $A = 0.75/s = 45/\text{min} =$
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** $2\frac{1}{2} \text{ min} \quad 12500 \text{ s} = 3 \text{ h} 28' 20''$
- G5c** $M = 2.4 \frac{\text{g}}{\text{s}} \cdot t \quad K = 80000 \frac{\text{Stck}}{\text{s}} \cdot t$
- 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** $I = 40 \text{ A} \quad A \geq 5 \text{ mm}^2$

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** $U_{AB} = 4000 \text{ V} \quad U_{BC} = -3000 \text{ V} \quad W_{AC} = 3 \mu\text{J}$
- G96** $Q = W/U = 4 \text{ C}$

Leistung

- G140** $V \cdot A = \frac{\text{J}}{\text{C}} \cdot \frac{\text{C}}{\text{s}} = \frac{\text{J}}{\text{s}} = W$
- 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** $I = P/U = 3.75 \text{ A} \quad Q = I \cdot t = 225 \text{ C}$
- G155b** $W = 2700 \text{ J}$ **G156b** 1.2 W
- G156c** 12960 J **G158** 294 V
- G159** $U = R \cdot I = 30 \text{ V} \quad P = U \cdot I = 150 \text{ W}$
 $W = R \cdot I^2 \cdot t = 36000 \text{ J}$

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** $I_{80} = 495 \text{ mA} \quad I_{88} = 90.90\% I_{80} = 450 \text{ mA}$
 $I_{72} = 111.1\% I_{80} = 550 \text{ mA} \quad I = 500 \text{ mA} \pm 10\%$
- G234** $U^2/R = P = RI^2$
- G236a** $I = 5 \text{ A} \quad P = 1150 \text{ W}$
 $W = 1.035 \text{ MJ} = 0.288 \text{ kWh}$
- G236b** $49\frac{1}{2}^\circ \text{C}$ **G238** 529 Ω
- G240** $\Delta W = 10.5 \text{ kJ} \quad P = 35 \text{ W} \quad U = 20.5 \text{ V}$

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** $1/9 \quad P_{neu} = RI_{neu}^2 = R \cdot (\frac{1}{3} I_{alt})^2 = \frac{1}{9} P_{alt}$
- G312a** $\cdot 9$ **G312b** $+21\% (-19\%)$
- G314** $P = U \cdot I = 920 \text{ W} \quad W = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 52920 \text{ J}$
 $t = W/P = 57.5 \text{ s}$
- G316a** $I = 1.667 \text{ A} \quad t = 30 \text{ h} \quad \text{morgen früh, } 5^{00}$
Malaysia
- G316c** $Q = 180000 \text{ C} = 1.124 \cdot 10^{24} \cdot e$
- G316d** $I = 0.417 \text{ A} \quad R = 28.8 \Omega$ **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) | (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) | (K) |
| | Liter/Min. | D | A | 10 | B | D |

- 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.  $5 \Omega, 7 \Omega, 12 \Omega$  in Serie **S14a**  $30 \text{ V}$
- S14b**  $30 \text{ V}$  **S14c**  $I = 333 \text{ mA}$   $U = 50 \text{ V}$
- S14d**  $I = \sqrt{P/R} = 577 \text{ mA}$   $U = 86.6 \text{ V}$  **S16**  $2 \text{ V}$
- 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**  $\rightarrow 1.1 \Omega = \frac{10}{9} \Omega$
- 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
- 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 $\hat{=}$ 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 |
| | 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** $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = 0.1053/\Omega$ $R_P = 9.49367 \Omega$
- 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   |
| <b>S158</b> | 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    | 3 $\Omega$ |
- S162b**  $36 \text{ V}$
- 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**  $720 \Omega$   $360 \Omega$   $160 \Omega$   $80 \Omega$
- 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:  $720 \Omega$   $440 \Omega$   $330 \Omega$   $264 \Omega$   
 $180 \Omega$   $160 \Omega$   $100 \Omega$
- S172a**  $280 \Omega$  **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**  $U_2 = 80 \text{ V}$   $U_1 = U_X = 35 \text{ V}$   $I_1 = 350 \text{ mA}$   
 $I_X = 50 \text{ mA}$   $R_X = 700 \Omega$
- S183**  $499 \text{ 500 } \Omega$  **S184**  $12 \text{ V}$
- 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**  $180 \text{ V}$

**S194c**  $I = 500 \text{ mA}$   $U_{90} = 45 \text{ V}$  **S194d**  $400 \text{ mA}$

**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: 2000  $\Omega$  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**  $U_A = 3.6 \text{ V}$   $R_A = 3 \Omega$   $R_{BC} = 7 \Omega$   
 $R_B = R_C = 14 \Omega$

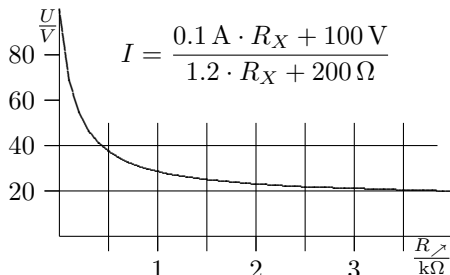
**S210b**  $600 \Omega = R_{ABC} = 1.5 R_A$   $R_A = 400 \Omega$

**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

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

$P_4$  weg alles aus

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

**S217b**

**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**  $2.625 \text{ V}$

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

**S228b**  $1 \text{ A}$  **S228c**  $0 \text{ A}$  **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**  $I_2 = 0, I_0 = I_1, L_0$  dunkler,  $L_1$  heller als in a)

**S234c**  $I_1 = I_2 = 0$ , nur  $L_0$  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**  $420 \Omega$  **S238b**  $26.582 \Omega$

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

**S239a**  $55 \Omega$  und  $66 \Omega$

**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**  $R_{12} = 48 \Omega$   $R_{ges} = 126 \Omega$   
 $I_{ges} = 2 \text{ A} = 1.2 \text{ A} + 0.8 \text{ A}$   $U_{12} = 96 \text{ V}$   $U_V = 156 \text{ V}$

**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  |

|    |     |      |
|----|-----|------|
| 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 mA ↓ 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)

### Anwendungen von Widerständen

#### Spannungsteiler

**W2a** 1 kΩ **W2b** 3 kΩ, 9 V  
**W2c**  $R_{2+L} = 19.6 \Omega$   $U_2 = 0.078 \text{ V}$   
**W2d**  $R_2 = 1 \Omega$   $R_1 = 3 \Omega$   $R_{2+L} = 0.952 \Omega$   $U_2 = 2.89 \text{ V}$   
**W2e**  $I_{ges} = 3.036 \text{ A}$   $P_{ges} = 36.4 \text{ W}$   
 $P_L = 418 \text{ mW} = 1.15\% P_{ges}$   
**W2f** 3940.303 Ω  
**W4** Spannungseinbruch bei Belastung, Energieverschwendung

**W6**  $257 < \frac{I}{mA} < 377$  **W8** (120 + 180) Ω  
**W10a**  $R_{ges} = 10.099 \Omega$   $U = 0.392 \text{ V} = 2\% \cdot U_{soll}$   
**W10b**  $R_{ges} = 1.99 \Omega$   $I_{ges} = 20.1 \text{ A}$   
 $P_{ges} = (3.96 + 396 + 404) \text{ W}$   $\eta = 0.5\%$

#### Innenwiderstände

**W60**  $R_i = 15 \Omega$  **W62a** 2.4 A  
**W62b**  $I = 0.8 \text{ A}$   $U_K = 4 \text{ V}$   
**W62c** 2.5 → 1200 5 → 800 7.5 → 600 10 Ω → 480 mA  
 12.5 → 400 15 → 343 17.5 → 300 20 → 267

**W64**  $R_{ges} = 96 \Omega$   $R_i = 6 \Omega$   $I_K = 3 \text{ A}$   
**W66a** 0.24 Ω **W66b** 5.357 A **W66c** 10.714 V  
**W68**  $I = \frac{1.6 \text{ V}}{5 \Omega} = 320 \text{ mA}$   $R_I = \frac{0.4 \text{ V}}{320 \text{ mA}} = 1.25 \Omega$   
**W70a** 0 V **W70b** 0.4 Ω **W72**  $R = R_i$   
**W74a**  $I = 1.7 \text{ A}$   $R_i = 2.94 \Omega$  **W74b**  $I_K = 30.6 \text{ A}$   
**W76a**  $I = 333 \text{ mA}$   $U_K = 21.667 \text{ V}$   
**W76b**  $R_{12} = 29 \Omega$   $I_{12} = 666 \text{ mA}$   $U_K = 19.335 \text{ V}$   
 $I_1 = 297 \text{ mA}$   
**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**  $U_1 = 5 \text{ V}$   $U_2 = 15 \text{ V}$   
**W84b**  $U_1 = 4.98 \text{ V}$   $U_2 = 14.94 \text{ V}$   
**W84c**  $U_1 = 3.64 \text{ V}$   $U_2 = 9.09 \text{ V}$  **W86a** 4 Ω  
**W86b** 3.5 Ω **W86c** 1.5 Ω **W88a** 3.2 V  
**W88b**  $I = 21.3 \text{ mA}$   $U_0 = 3.413 \text{ V}$  **W90** 0.2 Ω  
**W92** 162 kΩ **W94** ∞ **W96** A. wie V.  
**W98** 98 Ω in Serie dazu  
**W100a**  $I_i = \frac{R_{3-i} U_i + R_V (U_i - U_{3-i})}{R_1 R_2 + R_V (R_1 + R_2)}$   $I_1 = 36.7925 \text{ mA}$   
 $I_2 = 5.67925 \text{ A}$   $U_V = 11.4321 \text{ V}$   
**W100b**  $I_1 = 56.6 \text{ mA}$   $I_2 = 5.66 \text{ A}$   $U_V = 11.434 \text{ V}$   
**W100c**  $U_1 = 11 \frac{3}{7} \text{ V}$

#### Spezifischer Widerstand

**W161a**  $\rho = R \cdot \frac{A}{l} = 0.01721 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$  **W161b** ·3  
**W161c** leichter höhere Schmelztemperatur Widerstand weniger temperaturabhängig  
**W162a** 3.4 mΩ  
**W164**  $A = 2.2 \cdot 10^{-3} \text{ mm}^2$   $d = 53 \mu\text{m}$   
**W166** 1.9 mΩ **W168** 38.48 cm **W170**  $R_2 = 9R_1$   
**W172** 0.25 mm **W174a** 100 Ω  
**W174b**  $n = 318$   $\Delta R = 314 \text{ m}\Omega$   
**W176b**  $2 \cdot 0.567 \Omega = 1.133 \Omega$  **W176c** 26.45 Ω  
**W176d**  $I = 8.338 \text{ A}$   $U_S = 220.55 \text{ V}$  4.11%  
**W176e**  $P_S = 1839 \text{ W}$   $P_K = 78.8 \text{ W}$  8.05%  
**W178**  $R_{Fe} = 30.588 \Omega$   $R_{Al} = 1.032 \Omega$   $R = 0.99865 \Omega$   
**W180**  $\frac{\rho \cdot 32 \text{ m}}{0.017671 \text{ mm}^2} = 30.78 \Omega$   
**W182a**  $R = \rho \cdot 60.32 \text{ m} / 0.03142 \text{ mm}^2 = 96 \Omega$   
**W182b** 5 V:7 V **W182c**  $I \uparrow$   $U_{AM} \downarrow$   
**W184b**  $R = 0.22 \Omega$   $\rho = 0.55 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$

### Elektronik

#### Halbleiter

**E2** 1=Serien 2=23 3=1 Lämpchen durchbrennt  
 4=parallel 5=kalt 6=großen 7=geringer 8=023 9=230  
 10=Strom 11=Heißeleiter 12=erhitzt 13=steigt  
**E4** höhere Temperatur → NTC leitet besser → mehr Strom → mehr Spannung über R  
**E6** blaues  
**E8** Anzahl und Beweglichkeit von Ladungsträgern  
**E10** Valenz-Elektronen: im obersten vollen Band Leitungs-Elektronen darüber

**E11a** I,H: alle El. in Bindungen lokal eingebaut  
 H: geringe Energiezufuhr setzt El. aus Bindungen frei → Elektron-Loch-Paare  
 M: pro Atome 1-3 El. frei im gesamten Metallstück beweglich

**E11b** Fremdatome im Kristallgitter des H je nach Wertigkeit Mangel oder Überschuss an Elektronen bzgl. Bindungsstruktur des H  
 → bewegliche Löcher bzw. Elektronen in p- bzw. n-Dotierung

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

**E12b** nimmt zu, mehr Elektronen ins Leitungsband übergetreten

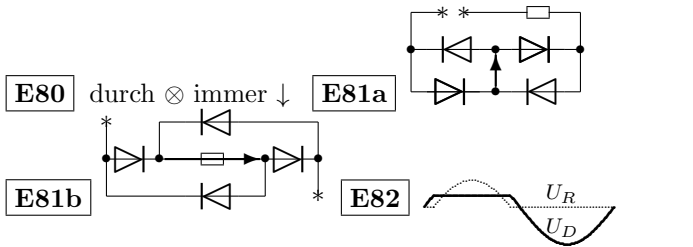
**E14** bei Überlappung mit Leitungsband

**E16a** Löcher im Valenzband wandern

**E16b** Einbringen von Fremdatomen mit weniger Valenzelektronen in einen Halbleiterkristall

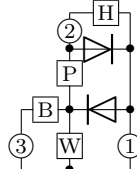
**E18** frei Fall eines Elektrons vom Leitungs- ins Valenzband

**Dioden**



**E83a**  $W = 1 + 3$   $H = 2$   $P = W + L - B$   $B = 3$   
 $R = P - 2$  (Tabelle in 100ern)

| 1 | 2 | 3 | W | H | P | B | R | L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | 0 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 8 | 2 | 0 | 8 | 2 | 8 | 0 | 6 | 0 |
| 5 | 0 | 3 | 8 | 0 | 5 | 3 | 5 | 0 |
| 6 | 5 | 2 | 8 | 5 | 6 | 2 | 1 | 0 |



**E83b** P: verbessert Laufzeiten von W zu längeren an-/aus-Zeiten

Z: Ringleitung B-Wasserhähne-B, Hähne liefern schneller warmes Wasser; verringert Legionellenbildung

S: Ablassen von Wasser bei zu hohem Druck

**E84a** nein

**E84b** Begrenzung von I bei Durchschalten

**E84c** e<sup>-</sup>-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

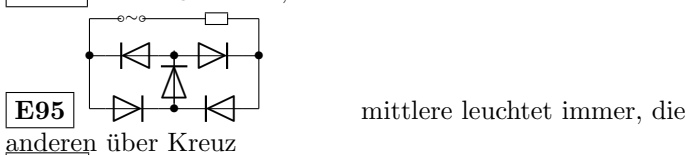
**E88**  $R = 50 \Omega$  **E90b**  $U_R = 6.7 V$   $R = 335 \Omega$

**E90c**  $U_D = 9 V$   $U_R = 0 V$

**E94a** alles an, rechte ⊗ schwächer

**E94b** nur rechte ⊗ voll an

**E94c** beide ⊗ voll an, Diode aus



**E96a**  $U_D = 2 V$   $U_R = 3 V$   $I = 30 mA$

**E96b**  $U_D = 5 V$   $U_R = 0 V$   $I = 0 mA$

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

**E97a**  $U_D = 0.6 V$   $U_R = 2.4 V$   $I = 24 mA$

**E97b**  $I = 0 mA$   $U_D = 3 V$

**E97c**  $U_D = U_{200} = 2 V$   $I_{200} = I_{100} = 10 mA$   $U_{100} = 1 V$   
 $I_D = 0 mA$

**E97d**  $U_{D1} = 0.6 V$   $U_{80+120} = 2.4 V$   $I_{200} = I_{D1} = 12 mA$   
 $U_{120} = U_{D2} = 1.44 V$   $I_{D2} = 0 mA$

**E98a** 41 mA **E98b** 44 mA

**E98c** beide 0 mA  $U_{links} = 0 V$   $U_{rechts} = 5 V$

**E100a** 66 mA **E100b** 38 mA 60 mA

**E100c** 0 mA 4.4 V 22 mA

**E102a** 44 mA 22 mA **E102b**  $33 \frac{2}{3} mA$

**E102c** 88 mA **E104a** 0 mA  $3 \frac{1}{3} V$

**E104b** zusammen 44 mA

**E104c** 41 mA 0 mA 4.4 V

**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)

**E110**  $U_{120} = 0.6 V$   $I_{120} = 5 mA$   $U_{50} = 1.8 V$

$I_{50} = 36 mA = I_{D1}$   $I_{D2} = 31 mA$

**E112**  $I = 0.5 V / 8 \Omega = 62.5 mA < 80 mA$  ja

**E114**  $U_R = 0,5 V$   $R = 25 \Omega$

**Transistoren**

**E150a**  $R_{ges} = 400 \Omega$   $I = 15 mA$   $U_L = 4.5 V$   
 $U_L = \frac{L}{R_{ges}} \cdot U_{ges} = 0.75 U_{ges}$

**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** 185.2µA ... 296.3µA

**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=370

**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  
nächst höheren Stellenwert

**E217d** 100110 **E218a** 10011001 **E218b** 153

**E218c** 3er: 8 Stück (000, 001, 010, 011, 100, 101, 110,  
111) 8er: 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 W

... beide F

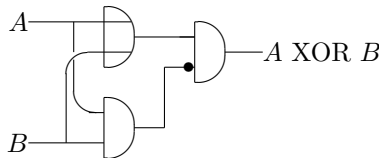
**E220a** Dioden-Symbol **E221** eine 8

**E222** Das hast Du gut gemacht!

**E223** 1:  $\bar{A}$ , NOT 2:  $\overline{A \wedge B}$ , NAND  $\overline{A \vee B}$ , NOR

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

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



**E226**  
1 1 0 1 0 1  
1 1 0 1 0

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

**E228b**  
1 1 0 1 0 1  
1 1 0 1 0 1  
1 1 0 1 0 1  
1 1 1 1 1 1  
1 0 1 0 1 1 0 0 0 1 0

**E228c** 1010001<sub>2</sub> (= 52 + 29 = 81)

**E228d** 1000010<sub>2</sub> (11 · 6 = 66)

**E229a** 37 = 1·32 + 0·16 + 0·8 + 1·4 + 0·2 + 1·1 = 100101<sub>2</sub>  
371 = 1·256 + 0·128 + 1·64 + 1·32 + 1·16 + 0·8 + 0·4 + 1·2 + 1·1 =  
101110011<sub>2</sub>

**E229b** 9B<sub>316</sub> = 1001 1011 0011<sub>2</sub> 9B<sub>316</sub> =  
1001 1011 0011 0001<sub>2</sub>

**E229c** 53AD<sub>16</sub> = 51655<sub>8</sub> = 21421<sub>10</sub> **E230** → √B

**E236** 2<sup>20</sup> = 1048576 **E238a** set D

**E238b** reset C **E238c** nichts

**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: (A)(E)(A)(E)

**E304a** 2H → 75% (87.5%, 93.75%)

**E304b** bereits erfolgte Aufladung wirkt weiterer  
Aufladung entgegen

**E304c** 2.322H = 7.0s 1H **E304d** theoretisch ∞

**E306a** anfangs spritzend, kontinuierlich abnehmend  
heftig dem verbliebenen Schweredruck entsprechend

**E306b** weniger Strom, längere Halbwertszeit engeres  
Loch ≙ größerer Widerstand H ~ R

**E306c** Füllhöhe h ≙ U Füllvolumen V ≙ Q Grundfläche  
G ≙ C V = G · h entspricht Q = C · 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 → Lampe  
leuchtet Kondensator lädt sprunghaft auf

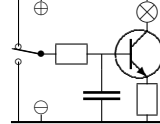
**E320c** aufgeladener Kondensator entlädt sich eine  
Weile über BE → Lampe erlischt langsam

**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:

**Zeitliche Dynamik**

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

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

**E302a** (A): gegen UZS durch obere Masche (E): gegen  
UZS durch untere