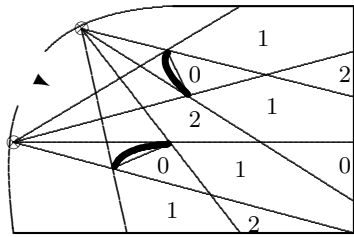
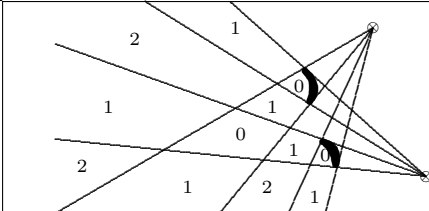


Optik

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



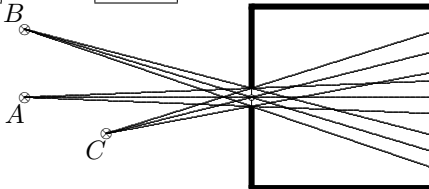
**O-10**



**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**

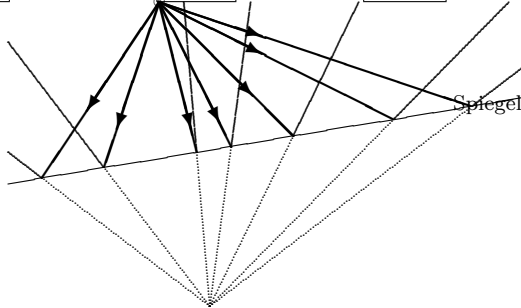
**O-6b**  $|AB| = 15 \text{ mm}$      $|A'B'| = 12 \text{ mm} = 0.8 \cdot |AB|$

**O-6c** für C größter Fleck

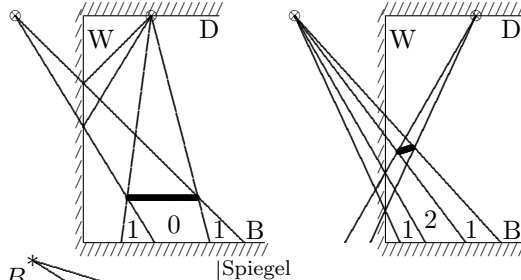
**O-5**  $> \frac{30}{30+50} \cdot 16 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$

**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**  $G = 27 \text{ cm}$

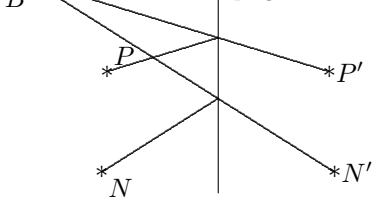


**O-2**



**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

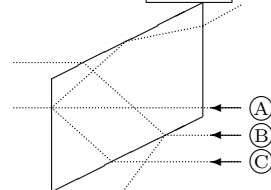
**O86**  $200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$      $n = 1.5$     **O88**  $n = 1.31$      $47.5^\circ$

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

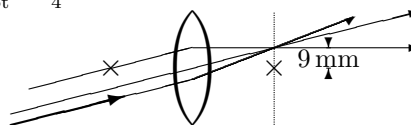
- O444**
- O445a** $b = 75$ mm $B = 36$ mm reell
- O445b** $b = -60$ mm $B = 72$ mm virtuell
- O446** ja, Strahlen vorhanden
- O448** Fotoplatte am Ort des Bildes nimmt nur reelles Bild auf; fotografieren lässt sich jedes Bild
- O452b** $b = -60$ cm $B = -75$ mm

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



- O584** $g = 95$ cm
- O585** $g = 84$ cm: $b = 60$ cm $B = 10$ cm reell
- O586** $g = 28$ cm: $b = -140$ cm $B = 70$ cm virtuell
- O587a** Reflexion und Brechung **O587d** ⓑ

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** $f_{\text{blau}} < f_{\text{rot}}$

Elektrische Ladung

~~~~~ Ladungsphänomene ~~~~~

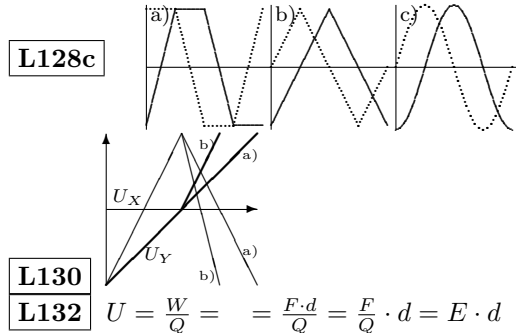
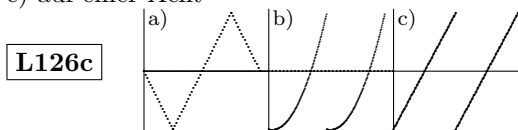
- L2** Anziehung
- L4** gleiches Vorzeichen → Abstoßung      ungleiches Vorzeichen → Anziehung
- L6a** außen    **L6b** außen    **L6c** außen    **L6d** innen
- L8** K1, K2: je  $+\frac{1}{4}Q$     K3:  $-\frac{1}{2}Q$
- L10** mit  $U$ : „ping-pong“      ohne  $U$  und Pusten: auspendeln
- L12** keine
- 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 ~~~~~

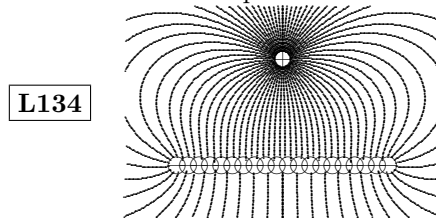
- L60** Neutronen (0) Protonen (+) Elektronen (-)
- L61** $n = 12.4844 \cdot 10^6 = 2 \cdot 6.2422 \cdot 10^6$
- L62a** - an Katode **L62b** Verdampfen **L62c** -
- L62d** ja, wenn geheizt
- L63** a) ooxoo b) oxoox c) xooxo d) xoooo e) ooxoo f) oxoox
- L64a** Elektronen drauf **L64b** Elektronen runter
- 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 ~~~~~

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



- L133** wäre widersprüchliche Richtungsangaben im Knick- bzw. Schnittpunkt



**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** $M = 2.4 \frac{\text{g}}{\text{s}} \cdot t$ $K = 80000 \frac{\text{Stck}}{\text{s}} \cdot t$
- 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** $I = 40 \text{ A}$ $A \geq 5 \text{ mm}^2$

~~~~~ 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**  $t = W/P = 30$  s **G146** 0.9 W  
**G148** 720 J **G150** 0.030 kWh **G152** 94.5 MW  
**G154a** 0.261 A **G154b** 3680 W  
**G155a**  $I = P/U = 3.75$  A  $Q = I \cdot t = 225$  C  
**G155b**  $W = 2700$  J **G156b** 1.2 W  
**G156c** 12960 J **G158** 294 V  
**G159**  $U = R \cdot I = 30$  V  $P = U \cdot I = 150$  W  
 $W = R \cdot I^2 \cdot t = 36000$  J

## Widerstand

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

## 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  
**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**  $P = U \cdot I = 920$  W  $W = c \cdot m \cdot \Delta\vartheta = 52920$  J  
 $t = W/P = 57.5$  s  
**G316a**  $I = 1.667$  A  $t = 30$  h morgen früh, 5<sup>00</sup> Malaysia  
**G316c**  $Q = 180000$  C =  $1.124 \cdot 10^{24} \cdot e$   
**G316d**  $I = 0.417$  A  $R = 28.8$   $\Omega$  **G318** 36%  
**G322a**  $t = Q/I = 6000$  s  
**G322b**  $W = Q \cdot U = 180$  mJ **G324a** 50  $\Omega$   
**G324b** 4 A **G324c** 920 W **G326a** 25 V  
**G326b** 6 J **G326c** 1.5 s **G328a** 36 J  
**G328b** 12 C **G332a**  $t = Q/I = 5$  s  
**G332b**  $I = U/R = 0.6$  A  
**G332c**  $\Delta W = \Delta P \cdot t = 360$  kJ  
**G333a**  $R = U/I = 80$   $\Omega$  **G333b**  $Q = I \cdot t = 5$  C  
**G333c**  $W = Q \cdot U = 60$  kJ  
**G334a**  $U = R \cdot I = 375$  V **G334b**  $I = P/U = 3.75$  A  
**G334c**  $P = U^2/R = 250$  W  
**G335a**  $I = P/U = 0.2$  A  
**G335b**  $R = U^2/P = 2300$   $\Omega$   
**G335c**  $t = W/U/I = 10$  s **G336a**  $U = W/Q = 6$  V  
**G336b**  $W = R \cdot I^2 \cdot t = 36000$  J

- G336c**  $W = Q \cdot U = 200$  J  
**G338a**  $R = U/I = 1150$   $\Omega$   
**G338b**  $W = P \cdot t = 3.6$  MJ **G338c**  $I = Q/t = 4$  A  
**G340a**  $P = W/t = 25$  W **G340b**  $Q = I \cdot t = 3600$  C  
**G340c**  $U = P/I = 75$  V  
**G342a**  $\Delta I = \Delta U/R = 0.2$  A  
**G342b**  $Q = I \cdot t = 720$  C **G342c**  $I = \sqrt{P/R} = 3$  A

## Elektrische Schaltungen

### Knoten- und Maschenregel

|             |        |     |     |     |     |     |
|-------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>S-10</b> | 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   |

|            |            |     |     |     |     |     |
|------------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| <b>S-8</b> | 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**  $\Delta p_1 = 8$  bar  $\Delta p_2 = 1$  bar **S2b** [1]  
**S2c** sie steigen **S2d**  $I_1 \downarrow, I_2 \uparrow$   
**S2e**  $p_M \rightarrow 4$  bar, ( $I_1 = I_2$ ) **S4**  $p_M \rightarrow 4$  bar  
**S6d**  $R_{12} = 500$   $\Omega$   $I = 240$  mA  $U_1 = 48$  V  $U_2 = 72$  V  
**S8**  $R_{AB} = 650$   $\Omega$   $I = 200$  mA  $U_A = 36$  V  $U_B = 94$  V  
**S10a**  $R_{123} = 880$   $\Omega$   $I = 125$  mA  
**S10b**  $U_1 = 20$  V  $U_2 = 40$  V  $U_3 = 50$  V  
**S12a**  $U_{AD} = 40$  V  $U_{AC} = 4$  V  $U_{AB} = 0.4$  V  
**S12b** z.B. 5  $\Omega$ , 7  $\Omega$ , 12  $\Omega$  in Serie **S14a** 30 V  
**S14b** 30 V **S14c**  $I = 333$  mA  $U = 50$  V  
**S14d**  $I = \sqrt{P/R} = 577$  mA  $U = 86.6$  V **S16** 2 V  
**S18**  $n$ -mal so groß wie beim einzelnen  
**S22** „halb“ hell **S24** 21  
**S26**  $I = 214.3$  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  $\odot$  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  $R_V = 2.7\text{ V}/0.06\text{ A} = 45\ \Omega$

~~~~~ **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** $100\ \Omega$

S90b $24\ \Omega$ **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 $1108\ \Omega$

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> | $U[\text{V}]$ | 18 | 8   | 20 | 10 | 8   |
|             | $I[\text{A}]$ | 1  | 1,5 | 5  | 4  | 2,5 |

**S159**  $I_B = I_F = \frac{1}{2}I_E$   $U_E = 2U_F$   $U_{EBF} = 3U_F = U_A$   
 $I_A = 1.5\text{ A}$

|             |       |       |       |       |       |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>S160</b> | $I_4$ | $I_5$ | $U_1$ | $U_3$ | $U_5$ |
|             | 2 A   | 3 A   | 1 V   | 3 V   | 9 V   |

|              |       |       |       |       |       |            |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| <b>S162a</b> | $U_1$ | $U_4$ | $I_2$ | $I_4$ | $I_6$ | $R_3$      |
|              | 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**  $I_3 = 300\text{ mA}$   $I_4 = 240\text{ mA}$   $I_{1,2} = 60\text{ mA}$   
 $U_3 = U_4 = 12\text{ V}$   $U_1 = U_2 = 6\text{ V}$

|              |       |       |       |       |       |       |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|              | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $U_1$ | $U_2$ | $U_3$ |
| <b>S176b</b> | 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**  $499\ 500\ \Omega$  **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:  $1-(2\text{parallel})-(4\text{parallel})$  **S208a**  $60\text{ mA}$

**S208b**  $120\text{ mA}$  **S208c**  $40\text{ mA}$

**S210a**  $U_A = 3,6\text{ V}$   $R_A = 3\ \Omega$   $R_{BC} = 7\ \Omega$   
 $R_B = R_C = 14\ \Omega$

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

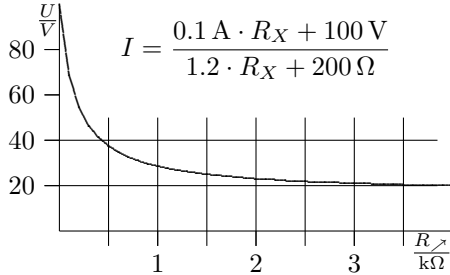
**S211**  $\frac{7}{5} \cdot R = 84\ \Omega$

**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**

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

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

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

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

$U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 60 V$

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

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

$I_1 = I_2 = I_3 = 529.412 mA$   $I_4 = I_5 = I_6 = 352.941 mA$

$U_7 = U_8 = 44.118 V$   $U_1 = U_2 = 52.941 V$   $U_3 = 105.882 V$

$U_4 = U_5 = U_6 = 70.588 V$

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

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

$I_7 = I_8 = 0.8571 A$   $U_1 = U_2 = 107.14 V$

$U_3 = U_4 = U_7 = U_8 = 42.857 V$

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

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

$I_1 = I_7 = 260.9 mA$   $U_3 = U_4 = 130.4 V$   $U_2 = 39.1 V$

$U_1 = 26.1 V$   $U_7 = 13.0 V$

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

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

$I_1 = I_3 = I_2 = I_6 = 413.8 mA$   $I_4 = I_5 = 620.7 mA$

$U_7 = 51.72 V$   $U_4 = U_5 = 124.14 V$   $U_1 = U_2 = 41.38 V$

$U_3 = U_6 = 82.76 V$

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

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

$I_2 = I_5 = 750 mA$   $I_3 = I_4 = 375 mA$   $U_6 = 300 V$

$U_5 = U_1 = 150 V$   $U_2 = U_3 = U_4 = 75 V$

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

$I_1 = I_2 = 1.5 A$   $I_3 = I_4 = 0.75 A$

$U_1 = U_2 = U_3 = U_4 = 150 V$

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

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

$I_6 = 1.5 A$   $U_1 = 0 V$   $U_2 = 100 V$   $U_4 = 200 V$

$U_3 = U_5 = 150 V$   $U_6 = 300 V$

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

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

**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**  $I_2 = 0$   $I_0 = I_1, L_0$  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**  $R_{12} = 48 \Omega$   $R_{ges} = 126 \Omega$

$I_{ges} = 2 A = 1.2 A + 0.8 A$   $U_{12} = 96 V$   $U_V = 156 V$

**S240b**  $U_{12} = 192 V$   $U_V = 60 V$   $R_{XV} = 15 \Omega$

$R_X = 18\frac{4}{7} \Omega$

**S242a**  $G_1$  und  $G_2$ : gleich und jeweils halbe

Maximalspannung

$G_3$ : aus

**S242b**  $G_2$  und  $G_3$ : gleich, weniger als  $G_2$  zuvor  $G_1$ :

mehr als zuvor, nicht maximal

**S242c** alle aus

**S242d**  $G_1$  aus,  $G_2$  und  $G_3$  maximal hell

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

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

$I_4 = 1.25 A$

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

**S246** par.: 3 min ser.: 12 min

**S248**  $R_P = 45 \Omega$   $R_{ges} = 165 \Omega$   $I_{ges} = 72\frac{8}{11} mA$

$U_P = 3\frac{3}{11} V$   $I_{Mitte} = 54\frac{6}{11} mA$

|   |    |     |      |
|---|----|-----|------|
| 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**

**S254a**  $G_1$  und  $G_2$ : gleich und jeweils halbe

Maximalspannung

$G_3$ : aus

**S254b**  $G_1$  und  $G_3$  aus,  $G_2$  maximal hell

**S256**  $R_{12} = 75 \Omega$   $R_{123} = 300 \Omega$   $I_C = 180 mA$

$I_A = 150 mA$

**S258** (Lämpchen || Tür)-R

**S260** (Lämpchen||(Tür-R))-R

**S262** Mitte:  $80 mA \downarrow$  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)

## Anwendungen von Widerständen

### Spannungsteiler

**W2a**  $1 k\Omega$  **W2b**  $3 k\Omega, 9 V$

**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  $3940.303 \Omega$

W4 Spannungseinbruch bei Belastung,

Energieverschwendung

W6  $257 < \frac{I}{mA} < 377$  W8  $(120 + 180) \Omega$

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  $2.5 \rightarrow 1200$   $5 \rightarrow 800$   $7.5 \rightarrow 600$   $10 \Omega \rightarrow 480 mA$   
 $12.5 \rightarrow 400$   $15 \rightarrow 343$   $17.5 \rightarrow 300$   $20 \rightarrow 267$

W64  $R_{ges} = 96 \Omega$   $R_i = 6 \Omega$   $I_K = 3 A$

W66a  $0.24 \Omega$  W66b  $5.357 A$  W66c  $10.714 V$

W68  $I = \frac{1.6V}{5\Omega} = 320 mA$   $R_I = \frac{0.4V}{320 mA} = 1.25 \Omega$

W70a  $0 V$  W70b  $0.4 \Omega$  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  $\rightarrow 0$  W80b  $\rightarrow \infty$

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  $4 \Omega$

W86b  $3.5 \Omega$  W86c  $1.5 \Omega$  W88a  $3.2 V$

W88b  $I = 21.3 mA$   $U_0 = 3.413 V$  W90  $0.2 \Omega$

W92  $162 k\Omega$  W94  $\infty$  W96  $A. wie V.$

W98  $98 \Omega$  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  $U_1 = 11 \frac{3}{7} V$

Spezifischer Widerstand

W162a  $3.4 m\Omega$

W164  $A = 2.2 \cdot 10^{-3} mm^2$   $d = 53 \mu m$

W166  $1.9 m\Omega$  W168  $38.48 cm$  W170  $R_2 = 9R_1$

W172  $0.25 mm$  W174a  $100 \Omega$

W174b  $n = 318$   $\Delta R = 314 m\Omega$

W176b  $2 \cdot 0.567 \Omega = 1.133 \Omega$  W176c  $26.45 \Omega$

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

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

Lorentzkraft

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

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

Magnet umdrehen und umpolen ändern jeweils die Richtung des Ausschlags

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

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

T8b niemals T8c  $(+, \rightarrow)$  oder  $(-, \leftarrow)$  T10a  $90^\circ$

T10b  $30^\circ$  und  $150^\circ$  T10c bei kleinen T10d  $90^\circ$

T11  $\rightarrow$

T12a 1) nach Rechte-Faust-Regel um Liwin: Daumen als Stromrichtung nach oben  $\rightarrow$  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  $\rightarrow$  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 Ruhestellung Spulenachse parallel zu äußerem Magnetfeld  $\rightarrow$  Kommutator auf Isolation und auch bei Stromfluss sowieso kein Drehmoment

T66b sternförmige Anker mit  $\geq 3$  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  $\rightarrow$  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:  $v = const$  nachher:  $v \searrow 0$  (exponentiell für  $R = const$ )

**T184a** nach rechts

**T184b** größeres  $v$  → 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**  $T/2 = 20$  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**  $f = 5$  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 **T247a** 35

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

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

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

**T250a** harmonisch hin und her

**T250b** schubweise in selber Richtung mit Stillstand dazwischen

|                    |                   |                    |        |
|--------------------|-------------------|--------------------|--------|
| <b>T252</b> links: | 12 ms             | $83\frac{1}{3}$ Hz | 6 V    |
| Mitte oben:        | 200 $\mu\text{s}$ | 5 kHz              | 100 mV |
| Mitte unten:       | 300 $\mu\text{s}$ | $3\frac{1}{3}$ kHz | 200 mV |
| rechts oben:       | 25 ms             | 40 Hz              | 75 V   |
| rechts unten:      | 8 ms              | 125 Hz             | 100 V  |

**T254a**  $X = 6$  ms  $Y = -5$  V

**T254b**  $X = 2.5$  ms  $Y = -19.8$  V

**T254c**  $X = 10$  ms  $Y = -325.269$  V

**T254d**  $X = 250$  ms  $Y = -25$  V

**T254e**  $X = 200$  ms  $Y = -10$  kV

**T255a**  $T = 10$  ms =  $Z$   $X = 3/4 \cdot T = 7.5$  ms  $Y = -1$  A

**T255b**  $T = 0.2$  ms =  $Z$   $X = 3T/4 = 0.15$  ms  
 $Y = -0.5$  A

**T256a**  $T = 12.5$  ms  $T/4 = 3.125$  ms

**T256b** 424.264 mA **T256c** 2.16 W

**T256d** 5.091 V

**T258a**  $T = 25$  ms  $X = 6.25$  ms  $Y = -90.510$  mA

**T258b**  $T = 5$  ms  $X = 1.25$  ms  $Y = -0.5$  A

**T258c**  $f = 25$  Hz  $T = 40$  ms  $X = 10$  ms  $Y = -4.243$  A

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

**T262**  $\hat{I}_A = 7.071$  A  $I_{B,eff} = 4.950$  A → Ⓐ

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

**T266a**  $T = 20$  ms **T266b** 28.284 mA

**T266c**  $\pm 0.8$  V **T266d** 50 Hz

**T267a**  $\hat{U} = 198$  V  $U_{eff} = 140$  V

**T267b** Sinus mit  $T = 25$  ms und Amplitude 198 V

**T268a** 70.711 V **T268c**  $\hat{I} = \hat{U}/R = 40$  A

**T268d**  $2 \cdot 80$  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**  $4$  V  $\cdot \frac{420}{210} = 8$  V **T321c**  $12$  V  $\cdot \frac{680}{40} = 204$  V

**T321d**  $24$  V  $\cdot \frac{480}{320} = 36$  V **T321e**  $5$  A  $\cdot \frac{20}{800} = 0.125$  A

**T322a** 115 mV/Wndg **T322b** 28.75 V

**T322c** 115 mV  $57.5$  V **T323a**  $54$  V  $\cdot \frac{420}{360} = 63$  V

**T323b**  $1.8$  A  $\cdot \frac{800}{450} = 3.2$  A

**T323c**  $8$  V  $\cdot \left(\frac{200}{80}\right)^2 = 50$  V **T324** 31.3

**T325a**  $n_P/n_S = 19.167$  **T325b** 782.609 mA

**T326** 192 (128)

**T327**  $U_S = 230$  V  $\cdot \frac{75}{3450} = 5$  V  $I_S = U_S/R = 2.5$  A  
 $I_P = I_S \cdot \frac{75}{3450} = 54.348$  mA

**T328** 18.4 kV 2.875 V

**T329**  $U_S = 230$  V  $\cdot \frac{6}{600} = 2.3$  V  $I_S = U_S/R = 1150$  A  
 $I_P = I_S \cdot \frac{6}{600} = 11.5$  A

**T330a** 100 V **T330b** 707

**T332a**  $12$  V  $\cdot \frac{650}{400} = 19.5$  V **T332b**  $650 \cdot \frac{12}{150} = 52$

**T332c**  $42$  V  $\cdot \frac{420}{280} = 63$  V **T332d**  $6$  V  $\cdot \frac{280}{420} = 4$  V

**T332e**  $5$  A  $\cdot \frac{200}{80} = 12.5$  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**  $U_S = 15 \cdot 12$  V = 180 V  $I_S = 0.4$  A  $I_P = 6$  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.  $n_S = 12000$ :  
 $I_S = 1600$  A bzw.  $I_S = 0.8$  A

**T352** Trafo mit Verhältnis  $> 100 : 16$

**T354** 20.87 mA

**T356**  $U_S = 200$  V  $I_S = 2\frac{2}{3}$  A  $I_P = 6\frac{2}{3}$  A

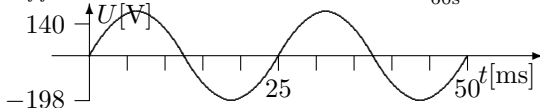
**T358a** gar nicht **T358b** Richtung  $\rightarrow 1$

**T360** 260(: 13) **T362** 120 V

**T363a** Angaben ohne „effektiv“ oder „Scheitel“ sind immer effektiv gemeint  $\rightarrow U_{eff} = 140$  V

$\hat{U} = \sqrt{2} \cdot U_{eff} = 197.99$  V  $f = \frac{2400}{60s} = 40$  Hz

**T363b**



**T363c** an B liegt die von A produzierte Spannung an  $\rightarrow U_B = 140$  V

B und C bilden einen Trafo  $\rightarrow U_C = U_B \cdot \frac{700}{500} = 196$  V

**T364a**  $63$  V  $\cdot \frac{360}{420} = 54$  V **T364b**  $1.2$  A  $\cdot \frac{700}{250} = 3.36$  A

**T364c**  $8$  V  $\cdot (\frac{50}{20})^2 = 50$  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**  $U_S = 100 \cdot 5$  V = 500 V  $I_S = 25$  A/100 = 0.25 A  
 $R = 500$  V/0.25 A = 2000  $\Omega$

**T372**  $U_i = i \cdot 20$  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 $R_{Fabrik} = 1.15$ Ω $I = 20.63$ A $U_F = 23.7$ V

T422a 4 A **T422b** $P_L = 160$ W 0.347%

T424a $P = 15$ $\Omega \cdot (720$ mA) $^2 = 7.776$ W

T424b $P = 15$ $\Omega \cdot (18$ mA) $^2 = 4.86$ 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 $P_{Turm} = 8$ kW $P_{Leitung} < P_{Generator} - P_T = 1$ kW
 $I_{Leitung} = \sqrt{P_L/R_L} = 2.887$ A = 0.144 $\cdot I_T$

$U_{T,prim.} = U_{T,sek.} \cdot 6.944 = 2771.281$ V

$U_L = I_L \cdot R_L = 346.44$ V $U_{G,sek.} = 3117.7$ V

T436b $P_L = 163.3$ W $I_L = 1.1664$ A = $I_T/17.15$ 18 : 1

T438a $I_{Säge} = \frac{P}{U} = \frac{3450$ W $}{230$ V $= 15$ A

$I_{Primär} = I_S \cdot \frac{400}{12000} = 15$ A $\cdot \frac{1}{30} = 0.5$ A

$P_{Verlust} = RI^2 = 1.5$ W

T438b $P = RI^2 = 1350$ W

T438c $U_P = 6900$ V $U_{Leitung} = 3$ V $U_{gesamt} = 6903$ 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 kWh=1296 kJ b) 45 000 J=0,0125 kWh

c) 720 MJ=200 kWh d)  $6,12 \cdot 10^7$  J=17 kWh

e) 1 MWh=1000 kWh f) 8 MWh=28,8 GJ

g) 1 MJ=0,27 kWh h) 1,2 MWh=4,32 GJ

i) 39600 MJ=11 MWh j) 24 Wh=86400 J

k) 0,05 GWh=180 GWs l) 35 mWh=126 J

**N2**  $m = 850$  g  $W = 36.550$  MJ = 10.1528 kWh

**N3a** 6000 kg **N3b** 9.23 m<sup>3</sup> **N4** 1500 kg

**N5** E.: 10 W.: 3

**N6**  $W_A = 109.65$  GJ  $W_B = 108$  GJ **N7** 37.5 W

**N8** 1 g feuchtes H.= 0.8 g trockenes H.+0.2 g Wasser  
 $W = 0.8 \cdot 15$  kJ - 0.2  $\cdot (4.2 \cdot 80 + 2257)$  J = 11481 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<sub>2</sub> 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 $W = 294$ kJ $m_H = 19.6$ g $\eta \rightarrow 0$

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

N66 3456 t - 3360 t = 96 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 $I_S = P_S/U_S = 70$ A $U_P = U_S \cdot 50 = 11500$ V
 $I_P = I_S/50 = 1.4$ A $U_L = 84$ V $U_0 = 11584$ V

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

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

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

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

N73b entnommen: 22 MWh zurück: 30 MWh

Wärmekraft

Wasserkraftwerke

- N180a** 107.91 J **N180b** 7.554 MJ
- N180c** 7.554 MW **N180d** 84.7%
- N180e** 201.830 TJ = 56.064 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 · 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 Leitungselektronen 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

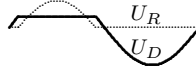
E16a Löcher im Valenzband wandern

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 **E82** 

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 μA ... 296.3 μA **E162** 170

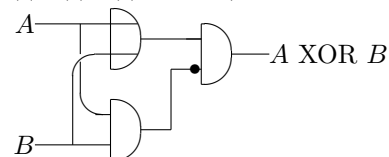
Digitalelektronik

E220a Dioden-Symbol

E222 Das hast Du gut gemacht!

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

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