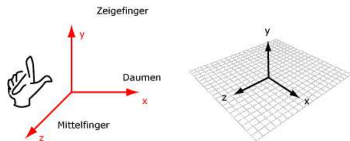




Statisches elektrisches Feld			
Coulombkraft	$\vec{F}_C = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{q \cdot Q}{r^2}$	$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r$ $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \frac{As}{Vm}$	2-1a
elektrisches Feld (einer Punktladung)	$\vec{E} = \lim_{q \rightarrow 0} \frac{\vec{F}}{q} = \frac{Q}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{\vec{r}}{r^3}$	$[\vec{E}] = 1 \frac{V}{m}$	2-2a
elektrische Flußdichte	$\vec{D} = \epsilon \cdot \vec{E}$	$[\vec{D}] = 1 \frac{C}{m^2}$	2-3a
elektrischer Fluß / Gaußscher Satz der Elektrostatik	$\Psi = \int_A \vec{D} \cdot d\vec{A}$	$\oint_{A_0} \vec{D} \cdot d\vec{A} = Q$	2-3a
Linienladung (Linienladungsdichte)	$\vec{D} = \frac{\lambda}{2\pi} \cdot \frac{\vec{e}_\varphi}{\varphi}$	$\lambda = \frac{dQ}{dl}$	2-3b
elektrische Spannung Maxwellsche Gleichung	$U = \Delta\varphi = \int \vec{E} \cdot d\vec{s}$	$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$	2-4b
elektrische Spannung im Feld einer Punktladung	$U_{12} = \frac{\pm Q}{4\pi\epsilon} \cdot \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$	$\varphi \propto \frac{1}{r}$	2-4c
Dipol, Polarisation, ...	siehe Skript		2-6
Kapazität / ebener Plattenkondensator	$C = \frac{Q}{U} = \frac{\epsilon \cdot A}{d}$	$[C] = 1 F = 1 \frac{As}{V}$ $U = E \cdot d$ $D = \frac{Q}{A}$	2-7b
elektrostatische Energie Energiedichte	$W_{el} = \frac{1}{2} Q \cdot U = \frac{1}{2} C \cdot U^2$	$w_{el} = \frac{W_{el}}{V} = \frac{1}{2} E \cdot D$	2-7c
Grenzflächen	siehe Skript		2-7d
elektrisches Strömungsfeld			
Stromstärke	$I = \frac{dQ}{dt}$	$[I] = 1 A = 1 \frac{C}{s}$	3-1
Stromdichte spez. Leitwert	$\vec{J} = \frac{I}{A} = \kappa \cdot \vec{E}$	$[\kappa] = 1 \frac{S}{m} = \frac{1}{\Omega m}$	3-2b
Driftgeschwindigkeit, ...	siehe Skript		3-2a
Ohmsches Gesetz	$U = R \cdot I$	$R = \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{l}{A} = \rho \cdot \frac{l}{A}$	3-4a
spez. Widerstand	$\rho = \frac{1}{\kappa}$ Tabelle siehe Skript!	$[\rho] = 1 \frac{\Omega m^2}{m} = 10^6 \frac{\Omega mm^2}{m}$	3-4a
Temperaturabhängigkeit	siehe Skript		3-4b

Gleichstromnetzwerke			
Kirchhoffsche Knoten-Regeln	$\sum_K I_n = 0$	hineinfl. Ströme positiv herausfl. Ströme negativ	4-4
Kirchhoffsche Maschen-Regeln	$\sum_M U_n = 0$	Umlaufrichtung der Masche bestimmt Vorzeichen der $U_n$	4-4
LGS aus Knoten- und Maschen- Gleichungen	$A \cdot \vec{I} = \vec{U}$	Koeffizientenmatrix aus Kn. (direkt) und Ma. (ohmsches Gesetz anwenden)	4-5
Maschenstromverfahren	siehe Anleitungsblatt		
Knotenpotentialverfahren	siehe Anleitungsblatt		
Reihenschaltung von Widerständen	$R_{ges} = R_1 + R_2$	$\frac{U_1}{U_0} = \frac{R_1}{R_{ges}}$	5-2a
Parallelschaltung von Widerständen	$R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$	$\frac{I_1}{I_0} = \frac{G_1}{G_{ges}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	5-2a
Spannungsteiler, Poti, Brückenschaltung	siehe Skript		
Stern/Dreieck-Schaltung	siehe Skript		
maximale Leistung	$P_{max} = \frac{1}{4} U_L \cdot I_K$	bei $R_i = R_L$	5-3a
reale Strom- / Spannungsquelle	$U = U_0 - R_i \cdot I$	$I = I_0 - \frac{U}{R_i}$	5-3c
Ersatzschaltbild / Umformung	$U_0 = I_0 \cdot R_i \quad I_0 = \frac{U_0}{R_i}$	$R_i$ bleibt gleich!	5-3c
Serien-/Parallelschaltungen von Quellen	siehe Skript		
Superposition von Quellen	siehe Skript		
Wirkungsgrad, Leistungsanpassung	siehe Skript		
Koordinatensysteme			
Rechtshändiges kartesisches Koordinatensystem / Kreuzprodukt		$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{pmatrix} a_2 b_3 - a_3 b_2 \\ a_3 b_1 - a_1 b_3 \\ a_1 b_2 - a_2 b_1 \end{pmatrix}$	
Zylinderkoordinaten	siehe Skript		
Kugelkoordinaten	siehe Skript		

magnetisches Feld / Induktion			
Kraftwirkung zwischen stromdurchflossenen Leitern	$ \vec{F}  = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I_1 \cdot I_2 \cdot l}{\rho}$	$\mu = \mu_r \cdot \mu_0$ $\mu_0 = 12,566 \cdot 10^{-7} \frac{Vs}{Am}$	6-1
magnetische Flußdichte / magnetische Induktion	$\vec{B}(\rho) = \frac{\vec{F}(\rho)}{I_2 \cdot l} = \frac{\mu}{2\pi} \cdot \frac{I}{\rho} \cdot \vec{e}_\varphi$	$[\vec{B}] = 1 T = 1 \frac{Vs}{m^2}$	6-2
Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter	$\vec{F} = I \cdot \vec{l} \times \vec{B}$	bei homogenem B-Feld	6-4
Kraftwirkung auf bewegte Ladung (Lorenzkraft)	$\vec{F}_L = Q \cdot \vec{v} \times \vec{B} = V \cdot \vec{J} \times \vec{B}$	Bahnradius: $r = \frac{m \cdot v}{Q \cdot B}$	6-4
magnetische Feldstärke / magnetische Erregung	$\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu}$	$[\vec{H}] = 1 T = 1 \frac{A}{m}$	6-5
<b>Durchflutungsgesetz</b> / magnetische Durchflutung	$\Theta = \oint_{C_0} \vec{H} \cdot d\vec{s} = I_{ges}$	geschlossener Umlauf längs einer Kontur $C_0$	6-6
magnetischer Fluß Maxwellsche Gleichung	$\Phi_m = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$	$\oint_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	6-7
Magnetisierung, Hysterese	siehe Skript		6-8
lange Zylinderspule	$H = \frac{n \cdot I}{l} \quad \Phi_m = B \cdot A$	$\Psi_m = n \cdot \Phi_m = L \cdot I$	6-9b
<b>Induktivität</b>	$L = \mu \cdot \frac{n^2 \cdot A}{l}$	$[L] = 1 H = 1 \frac{Vs}{A}$	6-9b
Grenzbedingungen	siehe Skript		6-10
Induktiongesetz (allgemein)	$u_{ind} = \oint_{C_0} \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$	$\vec{E}_{ind} = \vec{v} \times \vec{B}$	7-2
Induktionsgesetz (vereinfacht)	$u_{ind} = -\frac{d\Phi_m}{dt}$	$\Phi_m = \vec{B} \cdot \vec{A}$	7-1
magnetische Energie Energiedichte	$W_{mag} = \frac{1}{2} L \cdot i^2 = \frac{1}{2} \Psi_m \cdot i$	$w_{mag} = \frac{W_{mag}}{V} = \frac{1}{2} B \cdot H$	7-6
<b>Maxwellsche Gleichungen</b>	allgemein / Elektrodynamik	Sonderfall Elektrostatik	7-5
Durchflutungsgesetz	$\oint_{C_0} \vec{H} \cdot d\vec{s} = i$ $= \underbrace{\int_A \vec{j} \cdot d\vec{A}}_{\text{Leitungsstrom}} + \underbrace{\frac{d}{dt} \int_A \vec{D} \cdot d\vec{A}}_{\text{Verschiebungsstrom}}$	$\oint_{C_0} \vec{H} \cdot d\vec{s} = I$	
Induktionsgesetz	$\oint_{C_0} \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A}$	$\oint_{C_0} \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$	
Quellenfreiheit	$\oint_{A_0} \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	$\oint_{A_0} \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$	
Quellen	$\oint_{A_0} \vec{D} \cdot d\vec{A} = Q = \int_V \rho \cdot dV$	$\oint_{A_0} \vec{D} \cdot d\vec{A} = Q$	

Wechselstrom-Bauelemente			
idealer Kondensator	$i_C(t) = C \cdot \frac{du_C}{dt}$	$u_C(t) = \frac{1}{C} \cdot \int i_C(t) dt$	8-1
ideale Spule	$u_L(t) = L \cdot \frac{di_L}{dt}$	$i_L(t) = \frac{1}{L} \cdot \int u_L(t) dt$	8-2
gekoppelte Spulen	$u_2(t) = L_2 \cdot \frac{di_2}{dt} + M \cdot \frac{di_1}{dt}$	$M = k \cdot \sqrt{L_1 \cdot L_2}$	8-3a
Übertrager / Transformator	$\frac{u_1}{n_1} = \frac{u_2}{n_2} = -\frac{i_2}{i_1}$	Minuszeichen bei Stromverhältnis wegen Zählrichtung!	8-3 8-4
Trafo als Anpassungsglied / Ersatzschaltbild	$R_2 = \frac{u_2}{i_2} = -\frac{1}{\ddot{u}^2} \cdot \frac{u_2}{i_2} = -\frac{1}{\ddot{u}^2} \cdot R_1$	$\ddot{u} = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$	8-4
Einschaltverhalten RC-Reihenschaltung	$i_C(t) = \frac{u_0}{R} \cdot e^{\frac{-t}{RC}}$	$u_C(t) = u_0 \cdot \left(1 - e^{\frac{-t}{RC}}\right)$	8-5a
Einschaltverhalten RL-Reihenschaltung	$i_L(t) = \frac{u_0}{R} \cdot \left(1 - e^{\frac{-t \cdot R}{L}}\right)$	$u_L(t) = u_0 \cdot e^{\frac{-t \cdot R}{L}}$	8-5b
Wechselstrom-Rechnung			
Frequenz, Wellenlänge, Winkelfrequenz	$f = \frac{1}{T} = \frac{c}{\lambda} \quad \omega = 2\pi \cdot f$	$[f] = \frac{1}{s} = 1 \text{ Hz}$	9-1
Effektivwerte	$U_{eff} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{2}} \quad I_{eff} = \frac{\hat{i}}{\sqrt{2}}$	$\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,7$	9-3
komplexe Wechselspannung komplexer Wechselstrom	$\underline{u}(t) = \hat{u} \cdot e^{j\omega t}$ $\hat{u} = \hat{u} \cdot e^{j\varphi_u}$	$\underline{i}(t) = \hat{i} \cdot e^{j\omega t}$ $\hat{i} = \hat{i} \cdot e^{j\varphi_i}$	9-7b
Impedanz / Admittanz	$\underline{Z} = R + jX = Z e^{j\varphi}$	$\underline{Y} = G + jB = Y e^{-j\varphi}$	9-8a
komplexe Leistung	$\underline{S} = P + jQ = S e^{j\varphi} = \underline{U} \cdot \bar{I}$	$\lambda = \frac{P}{S} = \cos \varphi$	9-8a
Umrechnung Reihe / Parallel	$G = \frac{R}{R^2 + X^2} \quad B = \frac{-X}{R^2 + X^2}$	$R = \frac{G}{G^2 + B^2} \quad X = \frac{-B}{G^2 + B^2}$	9-9a
kapazitiver / induktiver Widerstand	$X_C = \frac{-1}{\omega C} \quad B_C = \omega C$	$X_L = \omega L \quad B_L = \frac{-1}{\omega L}$	10-2 10-3
Reihen- und Parallelschaltung komplexer Widerstände	$\tan(\varphi) = \frac{X}{R} = \frac{-B}{Y}$	$Z =  \underline{Z}  = \sqrt{R^2 + X^2}$ $Y =  \underline{Y}  = \sqrt{G^2 + B^2}$	10-5b
Ortskurven-Transformation	siehe Skript		10-6b
Resonanzfrequenz Verstimmung	$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$	$\nu = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}$	10-7c
Reihenschwingkreis	$Q_S = \frac{\omega_0 \cdot L}{R} = \sqrt{\frac{L}{C}} \cdot \frac{1}{R}$	$\underline{Z}_S(\omega) = R \cdot (1 + jQ_S \nu)$	10-7c
Parallelschwingkreis	$Q_P = \omega_0 \cdot C \cdot R = \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot R$	$\underline{Z}_P(\omega) = \frac{R}{(1 + jQ_P \nu)}$	10-7d