TET Formelsammlung (Prof. H.G. Krauthäuser, TU Dresden, CC0 1.0 Universal)

Maxwell Gleichungen

$$\operatorname{rot}\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \overset{\text{Stokes}}{\rightarrow} \oint_{C(A)} \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = -\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint_A \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$$

$$\operatorname{rot}\vec{H} = \vec{J} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} \overset{\text{Stokes}}{\rightarrow} \oint_{C(A)} \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = \iint_A \vec{J}\cdot \mathrm{d}\vec{A} + \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\iint_A \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$$

$$\operatorname{div}\vec{B} = 0 \overset{\text{Gauss}}{\rightarrow} \oiint_{O(V)} \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = 0$$

$$\operatorname{div}\vec{D} = \rho_{\mathrm{V}} \overset{\text{Gauss}}{\rightarrow} \oiint_{O(V)} \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = \iiint_V \rho_{\mathrm{V}}\,\mathrm{d}V$$

Material Gleichungen

$$\vec{D} = \varepsilon_0\vec{E} + \vec{P} \quad \overset{\text{hli}}{\rightarrow} \quad \vec{D} = \varepsilon\vec{E}$$

$$\vec{B} = \mu_0\left(\vec{H} + \vec{M}\right) \quad \overset{\text{hli}}{\rightarrow} \quad \vec{B} = \mu\vec{H}$$

Kontinuitätsgleichung

$$\operatorname{div}\vec{J} = -\frac{\partial \rho_{\mathrm{V}}}{\partial t} \quad \overset{\text{Gauss}}{\rightarrow} \quad \oiint_{O(V)} \vec{J}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = -\iiint_V \frac{\partial \rho_{\mathrm{V}}}{\partial t}\,\mathrm{d}V$$

Stetigkeitsbedingungen

Für Normalenvektor $\vec{n}$ von 1 nach 2 :

1 | 2

$\rightarrow \vec{n}$

$$\vec{n}\times\left(\vec{E}_2 - \vec{E}_1\right) = \vec{0}$$

$$\vec{n}\cdot\left(\vec{D}_2 - \vec{D}_1\right) = \rho_{\mathrm{F}}$$

$$\vec{n}\times\left(\vec{H}_2 - \vec{H}_1\right) = \vec{J}_A$$

$$\vec{n}\cdot\left(\vec{B}_2 - \vec{B}_1\right) = 0$$

Elektrisches Skalarpotential

$$\operatorname{rot}\vec{E} = \vec{0} \rightarrow \vec{E} = -\operatorname{grad}\phi$$

$$\Delta\phi = -\frac{1}{\varepsilon}\rho_{\mathrm{V}} \text{ Poisson-Gleichung}$$

Coulomb-Integral

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\iiint_V \frac{\rho_{\mathrm{V}}(\vec{r}\,')}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|}\mathrm{d}^3r'$$

Spannung an $\vec{r}_2$ bezogen auf $\vec{r}_1$

$\operatorname{rot}\vec{E} = \vec{0} \rightarrow U_{21} = \phi(\vec{r}_2) - \phi(\vec{r}_1) = \int_{\vec{r}_2}^{\vec{r}_1} \vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{s}$ wegunabhängig

Kraft auf q, Arbeit $\vec{r}_1 \rightarrow \vec{r}_2$, Energie

$$\vec{F} = q\vec{E} \quad A = q\int_{\vec{r}_2}^{\vec{r}_1}\vec{E}\cdot\mathrm{d}\vec{s} = q\left[\phi(\vec{r}_2) - \phi(\vec{r}_1)\right] = qU_{21}$$

$$w_{\mathrm{e}} = \tfrac{1}{2}\vec{E}\cdot\vec{D} \quad W_{\mathrm{e}} = \tfrac{1}{2}\iiint_V \vec{E}\cdot\vec{D}\,\mathrm{d}V$$

Dipol bei $\vec{r}\,'$, Dipoldichte, Kraft, Drehmoment

$$\phi_D(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\frac{\vec{p}\cdot(\vec{r}-\vec{r}\,')}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|^3}$$

$$\vec{E}_D(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\left[\frac{3\left[\vec{p}\cdot(\vec{r}-\vec{r}\,')\right](\vec{r}-\vec{r}\,')}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|^5} - \frac{\vec{p}}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|^3}\right]$$

$$\phi_D(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\,\varepsilon_0}\iiint_V \frac{\vec{m}\cdot(\vec{r}-\vec{r}\,')}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|^3}\mathrm{d}^3r'$$

$$\vec{F}_D(\vec{r}) = (\vec{p}\cdot\nabla)\vec{E}(\vec{r}) = \operatorname{grad}\left(\vec{p}\cdot\vec{E}(\vec{r})\right) \quad \vec{M}_D(\vec{r})) = \vec{p}\times\vec{E}(\vec{r})$$

Skalarpotential mit Randwerten auf $O(V)$

$$\phi(\vec{r}) = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\iiint_V \frac{\rho_{\mathrm{V}}(\vec{r}\,')}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|}\mathrm{d}^3r' + \frac{1}{4\pi}\oiint_{O(V)}\left[\frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|}\frac{\partial\phi(\vec{r}\,')}{\partial n'} - \phi(\vec{r}\,')\frac{\partial}{\partial n'}\frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|}\right]\mathrm{d}^2r'$$

Greensche Funktionen von $\Delta G(\vec{r},\vec{r}\,') = -\frac{1}{\varepsilon}\delta(\vec{r}-\vec{r}\,')$

$G(\vec{r},\vec{r}\,') = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|} + \Gamma(\vec{r},\vec{r}\,')$

$\Delta\Gamma(\vec{r},\vec{r}\,') = 0, \quad \Gamma(\vec{r},\vec{r}\,') = \Gamma(\vec{r}\,',\vec{r})$

$$\phi(\vec{r}) = \iiint_V \rho_{\mathrm{V}}(\vec{r}\,')G(\vec{r},\vec{r}\,')\mathrm{d}^3r' + \varepsilon\oiint_{O(V)}\left[G(\vec{r},\vec{r}\,')\frac{\partial\phi(\vec{r}\,')}{\partial n'} - \phi(\vec{r}\,')\frac{\partial G(\vec{r},\vec{r}\,')}{\partial n'}\right]\mathrm{d}^2r'$$

Dirichlet RB: $G(\vec{r},\vec{r}\,') = 0$ für $\vec{r}\,' \in O(V)$

Neumann RB: $-\varepsilon\oiint_{O(V)}\phi(\vec{r}\,')\frac{\partial G(\vec{r},\vec{r}\,')}{\partial n'}\mathrm{d}^2r' = \phi_0$

Halbraum durch geerdete Ebene. Normale $\vec{n}$ zeigt nach V

$$G(\vec{r},\vec{r}\,') = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\left[\frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|} - \frac{1}{|\vec{r}-[\vec{r}\,'-2\vec{n}(\vec{n}\cdot\vec{r}\,')]|}\right]$$

geerdete Kugeloberfläche $K_a(\vec{0})$

$$G(\vec{r},\vec{r}\,') = \frac{1}{4\pi\varepsilon}\left[\frac{1}{|\vec{r}-\vec{r}\,'|} - \frac{a}{|\vec{r}\,'|}\left(\frac{1}{\left|\vec{r}-\frac{a^2}{|\vec{r}\,'|^2}\vec{r}\,'\right|}\right)\right]$$