

$$\text{grad}(e^{-i\vec{k}\vec{r}}) = -j\vec{k}e^{-i\vec{k}\vec{r}} \quad (1)$$

$$\Delta(e^{-i\vec{k}\vec{r}}) = -k^2 e^{-i\vec{k}\vec{r}} \quad (2)$$

$$\vec{k} = k\vec{n}$$

$$k = \omega \sqrt{\mu\epsilon} = \frac{\omega}{c}$$

$$\omega\mu\epsilon = \frac{k}{c}$$

$$\text{rot}\vec{A} + \text{rot}\vec{B} = \text{rot}(\vec{A} + \vec{B})$$

2) Vektorpotential $\vec{A}$ mit Coulomb-Eichung

a) im Vakuum $\epsilon = \epsilon_0, \mu = \mu_0$

$$\text{rot}\vec{E} = -j\omega\mu\vec{H} \quad (3)$$

$$\text{rot}\vec{H} = \vec{J}_e + j\omega\epsilon\vec{E} \quad (4)$$

$$\text{div}\vec{H} = 0 \quad (5)$$

$$\text{div}(\epsilon\vec{E}) = \rho \quad (6)$$

$$(5) \Rightarrow \text{div}\vec{H} = 0 \wedge \text{div}\vec{B} = 0 \wedge \text{div frei} \wedge \text{reines Wirbelfeld}$$

$$\Leftrightarrow \vec{B} = \mu\vec{H} = \text{rot}\vec{A}$$

$$\vec{H} = \frac{1}{\mu} \text{rot}\vec{A} = \frac{1}{\mu} \text{rot}(\vec{A}^* + \text{grad}\psi) \quad \begin{matrix} \text{Wirbelfeld} & \text{Gradientenfeld} \end{matrix}, \text{rot grad} = 0$$

$$\psi \text{ beliebig} \Rightarrow \boxed{\text{div}\vec{A} \text{ beliebig}}$$

$$(3) \Rightarrow \text{rot}(\vec{E} + j\omega\vec{A}) = 0 \Leftrightarrow \vec{E} + j\omega\vec{A} = -\text{grad}\phi \quad (7)$$

$$(4) \Rightarrow \mu \text{rot}\vec{H} = \text{rot rot}\vec{A} = \text{grad}(\text{div}\vec{A}) - \Delta\vec{A} = \mu\vec{J}_e + j\omega\mu\epsilon\vec{E} \quad (8)$$

$$\stackrel{(7)}{=} \mu\vec{J}_e - j\omega\mu\epsilon(j\omega\vec{A} + \text{grad}\phi)$$

$$\text{Coulomb-Eichung: } \text{div}\vec{A} = 0 \quad (9)$$

$$(9)(7) \text{ in } (6) \quad \boxed{\Delta\vec{A} + k^2\vec{A} = j\frac{k}{c_0} \text{grad}\phi} \quad (10)$$

$$\boxed{\text{div grad}\phi = \Delta\phi = 0} \quad (11)$$

$$\text{mit } \vec{J}_e = 0, \rho = 0$$