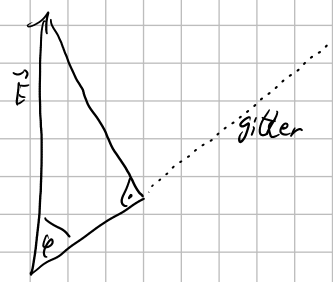
Aufgabe 1



a) Amplitude einer polarisierten Welle nach einem Gitter

$E_2 = |\cos(\varphi)| E_1$

Für unpolarisiertes Licht:

$E_1 = \frac{E_0}{2\pi}\int_0^{2\pi} |\cos(\varphi)|\, d\varphi = \frac{\cancel{2}}{\pi} E_0$ (Mittel über alle Winkel φ) f

Nach 3 Filtern: $E_3 = \frac{\cancel{2}}{\pi}\cos\left(\frac{\pi}{4}\right)^2 E_0 \simeq 0{,}3183\, E_0$ f

b) Nach $n+1$ Filtern: $E_{n+1} = \frac{2}{\pi}\cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)^n E_0$

$\lim_{n\to\infty} \cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)^n = \exp\left(\lim_{n\to\infty} \ln\left(\cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)^n\right)\right) = \exp\left(\lim_{n\to\infty} n \ln\left(\cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)\right) = \exp\left(\lim_{n\to\infty} \frac{\ln\left(\cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)\right)}{\frac{1}{n}}\right)$

$\overset{l'H}{=} \exp\left(\lim_{n\to\infty} \frac{-\frac{\sin\left(\frac{\pi}{2n}\right)}{2n^2\cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)}}{-\frac{1}{n^2}}\right) = \exp\left(\lim_{n\to\infty} \frac{\overbrace{\sin\left(\frac{\pi}{2n}\right)}^{\to 0}}{\underbrace{2\cos\left(\frac{\pi}{2n}\right)}_{\to 1}}\right) = \exp(0) = 1$

$\Rightarrow E_\infty = \frac{\cancel{2}}{\pi} E_0$ (✓)

2

Aufgabe 2

$\vec{\nabla}\vec{E} = 0$

$\vec{\nabla}\vec{B} = 0$

$\vec{\nabla}\times\vec{E} = -\frac{\partial B}{\partial t}$

$\vec{\nabla}\times B = \mu_0\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

$\vec{\nabla}\times\vec{E} = \begin{bmatrix} -E_{0y} \\ +E_{0x} \\ 0 \end{bmatrix} f'(kz-\omega t)\, k$ ✓ $= -\frac{\partial B}{\partial t} = + \begin{bmatrix} B_{0x} \\ B_{0y} \\ B_{0z} \end{bmatrix} f'(kz-\omega t)\, \omega$

$\vec{\nabla}\times\vec{B} = \begin{bmatrix} -B_{0y} \\ +B_{0x} \\ 0 \end{bmatrix} f'(kz-\omega t)\, k$ ✓ $= \mu_0\varepsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \mu_0\varepsilon_0 \begin{bmatrix} E_{0x} \\ E_{0y} \\ E_{0z} \end{bmatrix} f'(kz-\omega t)\, \omega$

$\Rightarrow 0 = B_{0z} = E_{0z}$

$\Rightarrow \begin{bmatrix} -E_{0y} \\ E_{0x} \end{bmatrix} k = \begin{bmatrix} -B_{0x} \\ -B_{0y} \end{bmatrix} \omega$ und $\begin{bmatrix} B_{0x} \\ -B_{0y} \end{bmatrix} k = \begin{bmatrix} E_{0y} \\ E_{0x} \end{bmatrix} \omega$

$\Rightarrow \vec{B} = \frac{1}{\omega}\, \vec{k}\times\vec{E}$ ✓

$W_B = \frac{1}{2}\frac{1}{\mu}\vec{B}^2 = \underbrace{\frac{1}{2}\frac{1}{\mu_0}\frac{1}{\omega^2}\left(\vec{k}\times\vec{E}\right)^2}_{?}$ ✓ $= \frac{1}{2}\frac{\varepsilon_0}{\mu_0\varepsilon_0}\frac{1}{\omega^2}k^2E_0^2 = \frac{1}{2}\frac{k^2}{\underbrace{\omega^2c^2}_{=1}}\varepsilon_0 E_0^2 = \frac{1}{2}\varepsilon_0 E_0^2$ ✓

4,5

Aufgabe 3

a) $C = \varepsilon_0 \frac{A}{d}$ Das E-Feld wird als homogen im und 0 außerhalb des Kondensators angenommen.

$I = const = I_0 \Rightarrow Q = It \Rightarrow U = \frac{Q}{C} \Rightarrow E = \frac{It}{Cd}$

Der Kondensator sei so ausgerichtet, dass $\vec{E}$ in $\hat{e}_z$-richtung zeigt.

Nach Aufgabe 3c im letzten Blatt:

$\vec{H} = \frac{r}{2\pi r_0^2} I_0 \hat{e}_\varphi$ → Rechenweg? −1P

$\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{r}{2\pi r_0^2} \frac{I_0^2 t}{Cd} (\hat{e}_z \times \hat{e}_\varphi) = -\underbrace{\frac{r}{2\pi r_0^2}}_{=A} \underbrace{\frac{I_0^2 t}{Cd}}_{=\varepsilon_0 A} \hat{e}_r$ ✓

b) Mantelfläche des Kondensators: $2\pi r_0 d$

$S(t) = \frac{1}{2\pi r_0} \frac{I_0^2 t}{Cd}$

$\Rightarrow P(t) = \int S(t)\, da = 2\pi r_0 d \frac{1}{2\pi r_0^2} \frac{I_0^2 t}{Cd} = \frac{I_0^2 t}{C}$

$U(t) = \frac{Q}{C} = \frac{It}{C}$

$W(t) = \int_0^t P(t)\, dt = \frac{I_0^2 t^2}{2C} = \frac{1}{2} C U^2$ ✓

4