6. Übung zur Physik III (WS 2014/15) **Prof. Kohl/Prof. Rohlfing**

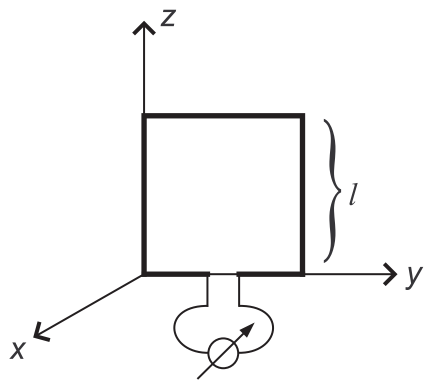
Ausgabedatum: 19.11.2014 Abgabedatum: 26.11.2014, 10:30 Uhr, Briefkasten neben IG 1-85

Aufgabe 22: Empfangsantenne **(schriftlich, 8 Punkte)**

Ein quadratische Leiterschleife (Kantenlänge l), die in der y-z-Ebene liegt, befinde sich im Feld

$$\vec{E}\,(\vec{r},\,t) = (0,\,0,\,E)\,\cos\,(k\,y - \omega\,t)$$

einer ebenen Welle.



a) Bestimmen Sie das zu $\vec{E}$ gehörige magnetische Feld $\vec{B}$.

b) Berechnen Sie die induzierte Ringspannung U_{ind} unter Verwendung i) des $\vec{E}$-Feldes und ii) des $\vec{B}$-Feldes. Wie groß ist der maximale Wert von $|U_{\text{ind}}|$ während einer Schwingung?

c) Welche Ringspannung ergibt sich für

i) $l = n \cdot \lambda \qquad (n = 1,\,2,\,...)$

ii) $l = \left(n + \frac{1}{2}\right) \cdot \lambda \qquad (n = 0,\,1,\,...)$

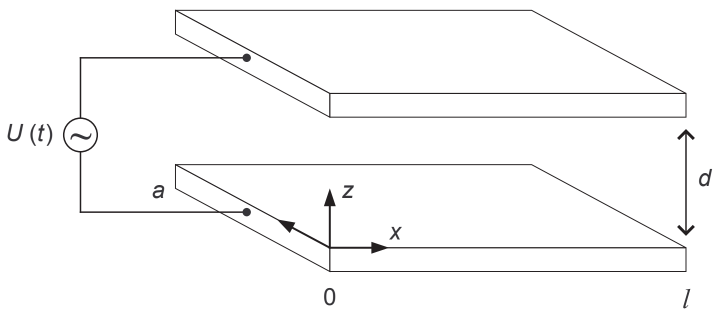
iii) $l \ll \lambda$.

Welche Kantenlänge würden Sie für eine Antenne wählen, damit Sie sowohl UKW- als auch MW-Sender empfangen können?

d) Wie groß ist U_{ind}, wenn die Leiterschleife in der x-z-Ebene liegt?

Aufgabe 23: Doppelleiter **(mündlich, 6 Punkte)**

Ein Doppelleitersystem bestehe aus zwei, im Abstand d angebrachten rechteckförmigen Metallplatten der Größe $a \cdot l$. Es sei $d \ll a \ll l$.



Wir betrachten zunächst den Fall unendlich langer Platten $l \to \infty$. Durch Anlegen einer Wechselspannung der Frequenz ω wird zwischen den Platten ein elektrisches Feld $\vec{E} = E_0\,\vec{e}_z\,\cos\,(k\,x - \omega\,t)$ erzeugt. (Randeffekte bei $y = 0$ und $y = a$ bleiben unberücksichtigt.)

a) Berechnen Sie das zugehörige Magnetfeld $\vec{B}$.

b) Berechnen Sie die Spannung $U\,(x,\,t)$ zwischen den Platten.

c) Die Felder induzieren in der unteren Platte eine Flächenstromdichte

$$\vec{\jmath}_F^{\,(u)}\,(x,\,y,\,t) \;=\; \varepsilon_0\, c\, E_0\, \vec{e}_x\, \cos\,(k\,x - \omega\,t)\ .$$

In der oberen Platte hat diese Dichte die Form

$$\vec{\jmath}_F^{\,(o)}\,(x,\,y,\,t) \;=\; -\vec{\jmath}_F^{\,(u)}\,(x,\,y,\,t)\ .$$

Zeigen Sie, dass $\vec{\jmath}_F$ der Randbedingung $\vec{n} \times \dfrac{\vec{B}}{\mu_0} = \vec{\jmath}_F$ genügt.

d) Berechnen Sie den Strom $I\,(x,\,t)$ auf den Platten. Wie groß ist der Wellenwiderstand

$$Z_0 \;=\; \frac{U\,(x,\,t)}{I\,(x,\,t)}$$

dieses Wellenleiters?

Hinweis: Die flächenartige Stromdichte ist z. B. auf der unteren Platte durch

$$\vec{\jmath}\,(\vec{r},\,t) \;=\; \delta\,(z)\,\vec{\jmath}_F^{\,(u)}\,(x,\,y,\,t)$$

mit der üblichen Stromdichte verknüpft.

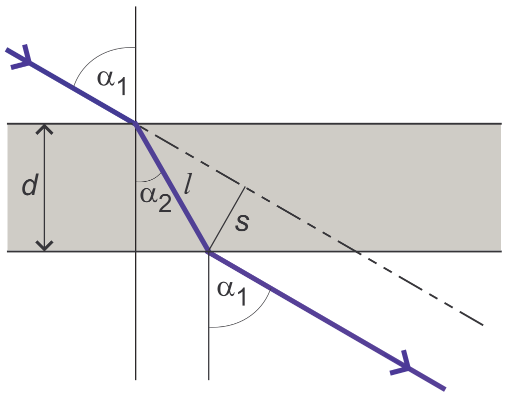
e) Wie sehen $\vec{E}$ und $\vec{B}$ für ein System der endlichen Länge l aus, wenn man bei $x = l$ einen Widerstand der Größe Z_0 anbringt?

Aufgabe 24: Strahlengang bei planparalleler Platte und Prisma (mündlich, 6 Punkte)

a) Berechnen Sie die Parallelverschiebung eines Lichtstrahls beim Durchgang durch eine planparallele Platte der Dicke d vom Brechungsindex n für den Einfallswinkel α_1. Was ergibt sich für $d = 1$ cm, $n = 1{,}5$ und $\alpha_1 = 60°$?

b) Ein monochromatischer Lichtstrahl fällt unter dem Winkel α_1 auf die eine Seite eines symmetrischen Prismas und verlässt es nach zweimaliger Brechung unter dem Winkel α_2. Stellen Sie eine Beziehung zwischen den Winkeln α_1, α_2, β_1, β_2, φ, dem Brechungsindex n und dem totalen Ablenkungswinkel δ des einfallenden Strahles auf und zeigen Sie, dass dieser Ablenkungswinkel δ für einen symmetrischen Strahlengang durch das Prisma ($\alpha_1 = \alpha_2$) minimal wird.

zu a)



zu b)