

Abgabe des Übungsblattes: Dienstag, 02. Juni 2015

### 19. Elektromagnetische Welle

Eine transversale elektromagnetische Welle in einem nichtleitenden, ungeladenen Medium sei zirkularpolarisiert

$$\vec{E} = E_0 [\cos(kz - \omega t)\vec{e}_x + \sin(kz - \omega t)\vec{e}_y]$$

und breitet sich in der  $z$ -Richtung aus. Berechnen Sie

- (a) die magnetische Induktion  $\vec{B}$ , (2 Punkte)
- (b) den Poynting-Vektor  $\vec{S}$ , (2 Punkte)
- (c) den Strahlungsdruck auf eine um den Winkel  $\theta$  gegen die Ausbreitungsrichtung ( $\vec{k} = k\vec{e}_z$ ) geneigte Ebene ( $\theta =$  Winkel zwischen  $\vec{k}$  und Normalenvektor  $\vec{n}$  der Ebene). (3 Punkte)

### 20. Koaxialkabel

Ein Koaxialkabel bestehe aus einem langen Draht mit Radius  $a$  in einem langen Hohlzylinder mit Innenradius  $b$  ( $b > a$ ). Draht und Zylinder seien konzentrisch zur  $z$ -Achse. In diesem Fall sind elektromagnetische Wellen dispersionslos, d.h.  $\omega = ck$ . E - und B -Feld in Zylinderkoordinaten  $r, \varphi, z$  seien gegeben durch:

$$\vec{E} = \frac{E_0 \cos(kz - \omega t)}{r} \vec{e}_r, \quad \vec{B} = \frac{\sqrt{\varepsilon_0 \mu_0} E_0 \cos(kz - \omega t)}{r} \vec{e}_\varphi, \quad (1)$$

- (a) Zeigen Sie, dass diese Felder die Maxwellgleichungen sowie die Randbedingungen für einen Wellenleiter erfüllen (Tangentialkomponente von  $\vec{E}$  und Normalkomponente von  $\vec{B}$  verschwinden auf dem Rand). (3 Punkte)
- (b) Finden Sie die Längenladungsdichte  $\lambda(z, t)$  des inneren Drahtes. (2 Punkte)
- (c) Finden Sie den Strom im inneren Draht. (2 Punkte)

### 21. Amperemeter

Ein kleiner Permanentmagnet (Dipolmoment  $\mu$ ) ist bei  $\vec{d} = d\vec{e}_x$  so gelagert, dass er sich innerhalb der  $x$ - $y$ -Ebene frei drehen kann. Auf den Magnet wirkt ein homogenes Magnetfeld  $\vec{B}_0 = B_0\vec{e}_x$ . In welche Richtung zeigt  $\vec{\mu}$  im Gleichgewicht? In welchem Winkel  $\alpha$  zur  $x$ -Achse zeigt  $\vec{\mu}$  im Gleichgewicht, wenn es zusätzlich noch einen Draht mit der Stromdichte  $\vec{j} = I\delta(x)\delta(y)\vec{e}_z$  gibt?

(3 Punkte)