Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2013-1

Aufgabe 1:	Aufgabe 2:	Aufgabe 3:	$\sum$
Aufgabe 4:	Aufgabe 5:	Aufgabe 6:	$\sum$
Aufgabe 7:	Aufgabe 8:	Aufgabe 9:	$\sum$
Aufgabe 10:			$\sum$
			Gesamtpunktzahl:
		Ergebnis:	

Bemerkungen:

Aufgabe 1 (10 Punkte)

Das elektrische Feld einer elektromagnetischen Welle schwinge in Richtung der y-Achse, und der Poynting-Vektor sei durch

$$\vec{S}(x,t) = (100\,\mathrm{W/m^2})\left[\exp\left\{i(20\,\frac{x}{\mathrm{m}} - 6\cdot 10^9\,\frac{t}{\mathrm{s}})\right\}\right]\vec{e_{\mathrm{x}}} \quad , \tag{1}$$

gegeben. In welcher Richtung breitet sich die Welle im Vakuum aus, und wie groß ist der Betrag des elektrischen Feldes?
Hinweis: für $\vec{a}\circ\vec{b} = 0$ gilt $\vec{a}\times(\vec{b}\times\vec{a}) = ||\vec{a}||^2\cdot\vec{b}$

Aufgabe 2 (3 Punkte)

Ein Magnetfeld mit homogener Flußdichte $\vec{B}$ sei scharf auf ein zylinderförmiges Gebiet mit Radius R begrenzt. Außerhalb des begrenzten Kreises sei das Magnetfeld gleich null. Die Änderung des Magnetfelds B betrage $\mathrm{d}B/\mathrm{d}t$. Wie groß ist das elektrische Feld, das im Abstand $r \in [0; \infty)$ vom Mittelpunkt des Kreises in der Ebene induziert wird?

Aufgabe 3 (6 Punkte)

Zwei lange, leitende, koaxiale, zylindrische Röhren tragen gleich große, aber entgegengesetzte Ladungen. Die innere Röhre habe den Radius a und die Ladung $+q$. Die äußere habe den Radius b und die Ladung $-q$. Die Länge der Röhren sei l. Berechnen Sie die Potenzialdifferenz zwischen den Röhren.

Aufgabe 4 (6 Punkte)

Eine nichtleitende Kugel ($\varepsilon = 1$) mit dem Radius a und dem Mittelpunkt im Ursprung habe einen kugelförmigen Hohlraum mit dem Radius b und dem Mittelpunkt bei $x = b$, $y = 0$ und $z = 0$. Die Kugel besitze die homogene Raumladungsdichte ϱ. Geben Sie das elektrische Feld im Hohlraum an.

Aufgabe 5 (5 Punkte)

Eine homogen geladene Kugel mit dem Radius R um den Ursprung trage die Ladung Q. Bestimmen Sie die Kraft auf eine homogen geladene Linie mit der Ladung q, welche von R bis $R + d$ in radialer Richtung verläuft.

Aufgabe 6 (15 Punkte)

Zwei gleiche ebene rechteckige Leiterschleifen mit Abmessungen $a \times b$ werden mit dem Strom I betrieben. Sie sind als Helmholtzspulen mit Spulenabstand d angeordnet (Flächen im Abstand d, Stromfluss an jeder Stelle in den Schleifen parallel). Wie groß ist die magnetische Induktion in der Symmetrieebene zwischen den Spulen?

Hilfsintegrale:

$$\int \frac{1}{\sqrt{a^2+t^2}}\,\mathrm{d}t = \ln\{t+\sqrt{a^2+t^2}\}$$

$$\int \frac{1}{(a^2+t^2)^{3/2}}\,\mathrm{d}t = \frac{1}{a^2}\frac{t}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

$$\int \frac{t}{\sqrt{a^2+t^2}}\,\mathrm{d}t = \sqrt{a^2+t^2}$$

$$\int \frac{t}{(a^2+t^2)^{3/2}}\,\mathrm{d}t = -\frac{1}{\sqrt{a^2+t^2}}$$

Aufgabe 7 (4 Punkte)

Eine elliptisch polarisierte Welle trifft aus Luft auf die ebene Grenzfläche zu einem liearen, isotropen, homogenen Medium mit Brechzahl 2. Der TE- und der TM-Anteil wird gleich reflektiert. Welche Größe haben μ und ε in dem Medium?

Aufgabe 8 (4 Punkte)

Eine ebene Welle fällt unter dem Winkel $60\,^\circ$ auf die ebene Grenzfläche zum einem Medium mit $\varepsilon = 1$ und $\mu = 9$. Geben Sie den Wellenzahlvektor der einfallenden Welle und die zugehörigen Wellenzahlvektoren der reflektierten und transmittierten Wellen im Koordinatensystem Ihrer Wahl an.

Aufgabe 9 (4 Punkte)

Eine ebene Welle mit elektrischer Feldstärke 1 V/m läuft in der Ebene y=b unter dem Winkel von 30° gegen die z-Achse. Wie lautet der zeitgemittelte Poyntingvektor?

Aufgabe 10 (3 Punkte)

Auf der Oberfläche eines idealen Isolators bei $x = a$ wird die Ladungsdichte $\varrho_0 \sin\{\omega t\}$ gemessen. Welche Aussage lässt sich über die Stromdichte im angrenzenden Medium machen?