Elektromagnetische Felder und Wellen: Klausur 2015-1

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

Bemerkungen:

Aufgabe 1 (5 Punkte)

Ein Elektronenstrahl ist entlang der z-Achse gerichtet. Bei $z = 0$ und bei $z = L$ befindet sich jeweils eine Lochblende, welche nur Teilchen transmittieren lässt, die sich auf der z-Achse befinden. Zwischen den Blenden wirkt ein homogenes elektrisches Feld $\vec{E} = E\vec{e}_x$. Die Geschwindigkeit der Elektronen ist v_0 bei $z = 0$. Welche Größe muss ein homogenes Magnetfeld $\vec{B}$ zwischen den Blenden haben, damit alle Elektronen die Blende bei $z = L$ passieren können? An welchen Orten treffen die Elektronen auf, wenn ihre Geschwindigkeit bei $z = 0$ von v_0 abweicht (qualitativ, keine Berechnung)?

Aufgabe 2 (6 Punkte)

Das magnetische Vektorpotenzial $\vec{A}\{\vec{r}\}$ habe die Form $f\{r\}\vec{e}_r$. Bestimmen Sie $f\{r\}$ so, dass $\vec{A}\{r\}$ der Coulomb-Eichung genügt.
Berechnen Sie das Feld der zugehörigen magnetischen Induktion $\vec{B}$.

Aufgabe 3 (12 Punkte)

In der Ebene $z = 0$ befindet sich eine homogen geladene unendlich ausgedehnte Folie mit einer Flächenladungsdichte ϱ_S, eine zweite Folie mit entgegengesetzt gleicher Flächenladungsdichte befindet sich in der Ebene $z = d$. Beide Folien bewegen sich mit der Geschwindigkeit v in x-Richtung. Berechnen Sie die magnetische Induktion im ganzen Raum.

Hinweise:

$$\begin{aligned}
\int \frac{1}{a^2 + t^2}\,\mathrm{d}t &= \arctan\{x/a\} \\
\int \frac{1}{(a^2 + t^2)^{1/2}}\,\mathrm{d}t &= \ln\left\{t + \sqrt{a^2 + t^2}\right\} \\
\int \frac{1}{(a^2 + t^2)^{3/2}}\,\mathrm{d}t &= -\frac{1}{a^2}\frac{t}{\sqrt{a^2 + t^2}}
\end{aligned}$$

Aufgabe 4 (3 Punkte)

Eine Schallplatte mit Radius R trägt eine gleichförmige Flächenladungsdichte ϱ_S und rotiert mit der Winkelgeschwindigkeit ω. Bestimmen Sie ihr magnetisches Dipolmoment.

Aufgabe 5 (4 Punkte)

Die Amplitude des elektrischen Feldes einer monochromatischen ebenen Welle ist $\vec{E} = E_0(\vec{e}_x + \vec{e}_y)$. Die zugehörige magnetische Feldamplitude ist $\vec{H} = H_0(\vec{e}_x - \vec{e}_y)$. Die Welle läuft in einem Medium mit Brechzahl n. Wie lautet ihr Wellenzahlvektor?

Aufgabe 6 (6 Punkte)

Ein Dauermagnet wird gemäß Abbildung 1 parallel zur Fläche S einer ebenen Drahtschleife mit konstanter Geschwindigkeit v bewegt. Das Magnetfeld B ist im Bereich des Magneten homogen und steht senkrecht zur Schleife. Streufelder sind zu vernachlässigen. Die Schleife selbst verfügt über eine infinitesimale Unterbrechung. Berechnen Sie die im Draht induzierte Spannung als Funktion der Zeit, wenn sich der Magnet zum Zeitpunkt $t = 0$ gerade außerhalb der Schleife ist und zum Zeitpunkt $t = T$ den Schleifenbereich gerade wieder verlassen hat.

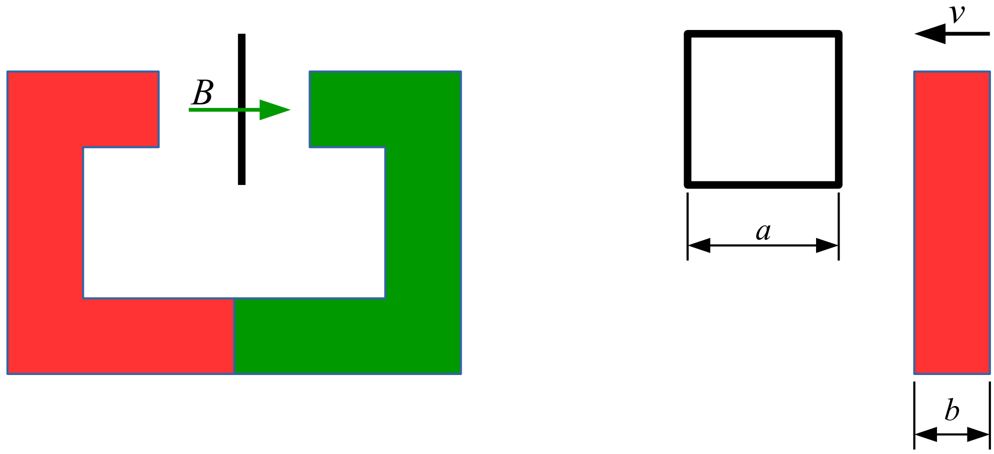

Abbildung 1: Drahtschleife im Magnetfeld eines Magneten mit Querschnitt $b \times b$.

Aufgabe 7 (4 Punkte)

Der Wellenzahlvektor einer transmittierten Welle ist

$$\vec{k}_{\mathrm{tr}} = i2k_0\vec{e}_x + 3k_0\vec{e}_z$$

Welche Mindestgröße hat die Brechzahl des Mediums, in dem die einfallende Welle läuft?

Aufgabe 8 (10 Punkte)

Der Potenzialverlauf in einem Schichtstapel aus vier planparallelen Platten unterschiedlicher Materialien soll bestimmt werden. Die Platten haben die Dicken d_1 bis d_4 und sind unendlich ausgedehnt. In den Platten 1 und 4 herrscht die Leitfähigkeit σ, die Platten dazwischen tragen homogene Ladungsdichten $\varrho_2 > 0$ und $\varrho_3 < 0$. Die relative Dielektrizitätszahl ist hier $\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon$.

Welche Dicke muss die Platte 3 haben, damit der gesamte Schichtstapel ungeladen ist? Berechnen Sie mit dieser Dicke den Potenzialverlauf im Stapel unter der Voraussetzung, dass kein Strom fließt und Platte 1 geerdet ist.

Aufgabe 9 (10 Punkte)

Die Grenzfläche zwischen zwei unterschiedlichen Medien wird durch $\vec{e}_y \circ (\vec{r} - 5\,\mathrm{cm}\vec{e}_x) = a$ mit $a = 0$ charakterisiert. In den Bereichen 1 ($a < 0$) und 2 ($a > 0$) läuft jeweils eine ebene Welle mit

$$\vec{H}_{1,2} = H_{1,2} \exp\{i(k_\mathrm{x} x + k_{\mathrm{y}1,2} y - \omega t)\}\vec{e}_z$$

von der Grenzfläche weg. Wie groß sind die Flächenstrom- und Flächenladungsdichte auf der Grenzfläche?