Klassische Theoretische Physik III
Elektrodynamik WS 16/17

Institut für Kernphysik, KIT

Prof. T. Schwetz-Mangold, Dr. J. Enander, A. Pargner
`https://cr.ikp.kit.edu/pargner/teaching/theoc1617/`

Übungsklausur
14.12.16

Name:	
Matr.Nr.:	

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Summe

Schreiben Sie auf jedes Blatt Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer.

Hinweise

Sie können folgende Relationen ohne Beweis verwenden.

$$\int_0^{2\pi} \cos^2 t \mathrm{d}t = \pi$$

$$\int_0^a \sin \frac{n\pi y}{a} \sin \frac{n'\pi y}{a} \mathrm{d}y = \begin{cases} 0 & n \neq n' \\ \frac{a}{2} & n = n' \end{cases}$$

Aufgabe 1 **4 Punkte**

Beantworten Sie die Fragen so knapp wie möglich.

a) Warum kann in der Elektrostatik das elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ durch ein Potential $\Phi(\vec{r})$ ausgedrückt werden? Welche Relation gilt zwischen $\vec{E}(\vec{r})$ und $\Phi(\vec{r})$?

1 Punkt

b) Welcher Zusammenhang gilt zwischen der Ladungsdichte $\rho(\vec{r})$ und dem elektrischen Potential $\Phi(\vec{r})$?

1 Punkt

c) Welches der beiden Felder

$$\vec{E}_1 = xy\hat{e}_x + 2yz\hat{e}_y + 3xz\hat{e}_z \ , \tag{1}$$

$$\vec{E}_2 = y^2\hat{e}_x + (2xy + z^2)\hat{e}_y + 2yz\hat{e}_z \tag{2}$$

ist kein elektrostatisches Feld? Begründen Sie Ihre Antwort.

1 Punkt

d) Eine Punktladung q befinde sich in der Nähe der Schnittlinie zweier geerdeter, metallischer Ebenen, welche sich unter dem Winkel $\alpha = 90°$ schneiden. Bestimmen Sie das elektrische Potential $\Phi(\vec{r})$ im Quadranten der Punktladung.

1 Punkt

Aufgabe 2 **4 Punkte**

a) Berechnen Sie die Divergenz und die Rotation von $\vec{a} \times \vec{r}$. Es ist $\vec{a} \in \mathbb{R}^3$ ein konstanter Vektor.

1 Punkt

b) Überprüfen Sie den Satz von Stokes für das Vektorfeld

$$\vec{E} = z\hat{e}_x + x\hat{e}_y - x\hat{e}_z \ . \tag{3}$$

Die Kontur sei gegeben durch einen Kreis in der xy-Ebene mit Radius $R = 1$, welcher im Gegenuhrzeigersinn durchlaufen wird.

2 Punkte

c) Zeigen Sie die Relation

$$x\frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}x}\delta(x) = -\delta(x) \ . \tag{4}$$

Hier ist $\delta(x)$ die Dirac-Delta-Distribution.

1 Punkt

Aufgabe 3 **5 Punkte**

Zwei lange, kreiszylindrische Leiter mit den Radien a_1 und a_2 seien parallel zueinander angeordnet und tragen die Ladung $Q_1 = Q$ und $Q_2 = -Q$. Den Abstand zwischen den Leitern bezeichnen wir mit d. Zeigen Sie, dass für dieses System im Fall $d \gg a_1$ und $d \gg a_2$ die Kapazität C pro Länge l näherungsweise durch

$$\frac{C}{l} \simeq \left[4\log\left(\frac{d}{a}\right)\right]^{-1} \tag{5}$$

gegeben ist. Dabei ist $a = \sqrt{a_1 a_2}$ das geometrische Mittel aus beiden Radien. Die Kapazität C ist definiert als das Verhältnis aus positiver Ladung Q und Spannung V, $C = Q/V$.

Hinweis: Für $d \gg a_{1,2}$ kann vernachlässigt werden, dass die Zylinderoberflächen eigentlich keine Äquipotentialflächen sind.

Aufgabe 4 **7 Punkte**

Betrachten Sie eine unendlich lange, rechteckige Röhre, welche parallel zur z-Achse verläuft. Die Röhre hat drei geerdete, metallische Seiten bei $y = 0$, $y = a$ und $x = 0$. Die vierte Seite bei $x = b$ sei von den anderen Platten isoliert und auf dem Potential $\Phi_0(y)$ gehalten.

a) Bestimmen Sie das Potential Φ innerhalb der Röhre für beliebige $\Phi_0(y)$.

5 Punkte

b) Bestimmen Sie das Potential Φ innerhalb der Röhre für $\Phi_0(y) = \Phi_0$, konstant.

2 Punkte

Viel Erfolg!