Klausur zur Theoretischen Physik III
(Theorie C, Elektrodynamik) 08. 03. 2012

Prof. Dr. F.R. Klinkhamer; Dr. S. Thambyahpillai
Institut für Theoretische Physik

Aufgabe 1: Spiegelladung 5

Zwei halb-unendliche geerdete leitende Ebenen treffen rechtwinklig aufeinander. Im Gebiet zwischen ihnen befindet sich, wie in Abbildung 1 gezeigt, eine Punktladung q.

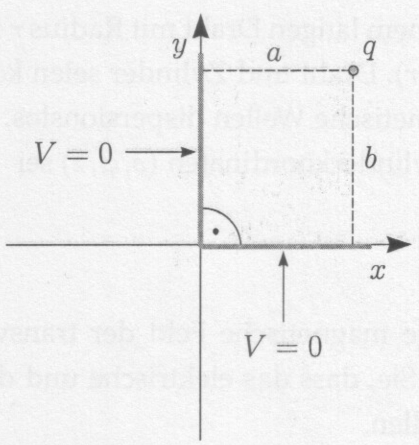

Abbildung 1: Punktladung q vor zwei rechtwinklig aufeinander stehenden Halbebenen.

i) Stellen Sie die Spiegelladungskonfiguration auf und berechnen Sie das Potenzial in diesem Gebiet. Welche Ladungen benötigen Sie, und wo sollten diese sich befinden? *2P*

ii) Welche Kraft wird auf q ausgeübt? *1P*

iii) Welche Arbeit muss ausgeübt werden, um q aus dem Unendlichen heranzuführen? *2P*

Aufgabe 2: Elektrostatisches Potenzial 5

Gegeben sei das sogenannte *Debye-Hückel-Potenzial*

$$\Phi(\vec{x}) = q\,\frac{\mathrm{e}^{-|\vec{x}|/\lambda}}{|\vec{x}|}$$

mit $\lambda = const.$

(bitte wenden)

i) Bestimmen Sie die zugehörige Ladungsdichte $\rho(\vec{x})$. *2P*
Hinweis: Beachten Sie, dass $\Phi(\vec{x})$ für $|\vec{x}| \to 0$ divergiert. Das korrekte Verhalten von $\rho(\vec{x})$ für $|\vec{x}| \to 0$ finden Sie mit Hilfe des Integralsatzes von Gauß.

ii) Wieviel Ladung enthält eine Kugel um den Ursprung vom Radius R? *2P*

iii) Zeigen Sie durch explizite Rechnung, dass $\nabla \times \vec{E} = \vec{0}$ gilt. *1P*

Aufgabe 3: Koaxialkabel	5

Ein Koaxialkabel bestehe aus einem langen Draht mit Radius r in einem langen Hohlzylinder mit Innenradius R ($R > r$). Draht und Zylinder seien konzentrisch zur z-Achse. In diesem Fall sind elektromagnetische Wellen dispersionslos, d.h. $\omega = ck$. Das elektrische Feld im Koaxialkabel in Zylinderkoordinaten (ρ, φ, z) sei

$$\vec{E} = \frac{E_0 \sin(kz - \omega t)}{\rho} \vec{e}_\rho$$

i) Wie lautet das zugehörige magnetische Feld der transversalen elektromagnetischen Welle? Überprüfen Sie, dass das elektrische und das magnetische Feld die Maxwellgleichungen erfüllen. *3P*

ii) Welcher Strom fließt durch den inneren Draht? *2P*

Aufgabe 4: Gleichförmig beschleunigtes Teilchen im Minkowski Raumzeit	5

Auf ein Teilchen mit der Ruhemasse m wirke eine konstante Kraft F_0 in x-Richtung.

i) Lösen Sie die relativistische Bewegungsgleichung *2P*

$$\frac{d}{dt}\Big(\frac{mv}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}\Big) = F_0 \,,$$

wobei $\vec{v} = (v, 0, 0)$ (benützen Sie die Abkürzung $a = F_0/m$). Finden Sie $x(t)$ und $v(t) = dx(t)/dt$ mit den Anfangswerten $x(0) = 0$, $v(0) = 0$. Wie lauten $x(t)$ und $v(t)$ in führender Ordnung in c^{-1}, und wie lässt sich das interpretieren?

ii) Berechnen Sie den Zusammenhang zwischen t und der Eigenzeit $\tau = \tau(t)$. Geben Sie x und v als Funktion der Eigenzeit τ an. *3P*

(bitte wenden)