

NACHKLAUSUR ZUR THEORETISCHEN PHYSIK III
(THEORIE C, ELEKTRODYNAMIK)

12. 04. 2012

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

*

Aufgabe 1: Sphärische Raumladung

5

Der Raum zwischen zwei konzentrischen Kugelflächen mit Radien R_1 und R_2 ($R_1 < R_2$) sei mit Ladung gefüllt. Für die Ladungsdichte gelte $\rho = \alpha r$.

- i) Berechnen Sie die Gesamtladung. 2P
- ii) Berechnen Sie das Potenzial und die Feldstärke in allen Regionen mit Hilfe der Poissonschen Gleichung. 3P

Aufgabe 2: Potenzial auf der Kugeloberfläche

5

Das Potenzial auf der Oberfläche einer Hohlkugel mit Radius R sei $U = k \cos 2\theta$, wobei k konstant ist und Kugelkoordinaten (r, θ, φ) verwendet werden. Der Raum innerhalb und außerhalb der Hohlkugel sei frei von Ladungen.

- i) Wie lautet das Potenzial innerhalb und außerhalb der Kugeloberfläche? 3P
Hinweis: Für ein auf der Kugeloberfläche vorgegebenes Potenzial lässt sich das Potenzial inner- bzw. außerhalb der Kugeloberfläche mit Hilfe der Kugelflächenfunktionen angeben wie folgt

$$r < R : \quad \Phi(r, \theta, \varphi) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l C_{lm} \left(\frac{r}{R}\right)^l Y_{lm}(\theta, \varphi),$$

$$r > R : \quad \Phi(r, \theta, \varphi) = \sum_{l=0}^{\infty} \sum_{m=-l}^l C_{lm} \left(\frac{R}{r}\right)^{l+1} Y_{lm}(\theta, \varphi),$$

wobei

$$C_{lm} = \int d\Omega' Y_{lm}^*(\theta', \varphi') U(\theta', \varphi').$$

- ii) Finden Sie die Flächenladungsdichte auf der Hohlkugel. 2P

Aufgabe 3: Vektorpotential eines Drahts

5

- i) Bestimmen Sie auf beliebige Weise das Vektorpotential in der Entfernung r von einem unendlich langen Draht, durch welchen der Strom I fließt. Zeigen Sie, dass $\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 0$ gilt. 2P
- ii) Bestimmen Sie das magnetische Potential im Inneren des Drahts unter der Annahme, dass er den Radius R hat und dass der Strom gleichförmig verteilt ist. 3P

Aufgabe 4: Paarvernichtung

5

In einem Experiment zur Paarvernichtung trifft ein Elektron (der Masse m) mit dem Impuls p auf ein ruhendes Positron (derselben Masse, aber entgegengesetzter Ladung). Sie vernichten sich gegenseitig (man bezeichnet das als Annihilation), wobei zwei Photonen entstehen. Eines der Photonen entfernt sich unter einem Winkel θ relativ zur Richtung des ankommenden Elektrons; wie gross ist dann seine Energie?

(bitte wenden)