

ÜBUNGEN ZUR THEORETISCHEN PHYSIK III
(THEORIE C, ELEKTRODYNAMIK), WS 2011/12

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

BLATT 8

Abgabe: 19. 12. 11
Besprechung: 21. 12. 11

Name:

Bitte die Gruppe ankreuzen und dieses Blatt mit abgeben (bitte tackern):

- | | | | |
|--|--|---|---|
| ☐ Gruppe 1
Matthias Weinreuter | ☐ Gruppe 2
Juraj Streicher | ☐ Gruppe 3
Philip Wollfarth | ☐ Gruppe 4
Ulf Briskot |
| ☐ Gruppe 5
Valentin Bolsinger | ☐ Gruppe 6
Robin Roth | ☐ Gruppe 7
Julian Stöckel | ☐ Gruppe 8
Stefan Miereis |
| ☐ Gruppe 9
Philipp Rudo | ☐ Gruppe 10
Marius Bürkle | ☐ Gruppe 11
Guillaume Chalons | ☐ Gruppe 12
Justus Zorn |
| ☐ Gruppe 13
Yasmin Anstruther | | | |

*

Aufgabe 1: Draht im Hohlzylinder

6

Ein unendlich langer, gerader Draht mit kreisförmigem Querschnitt (Radius a), Leitfähigkeit σ , Dielektrizitätskonstante ϵ und Permeabilität μ wird von einem homogenen Strom I durchflossen. Die Rückleitung des Stroms erfolgt durch einen coaxialen Hohlzylinder mit innerem Radius $b > a$ und äußerem Radius $c \rightarrow \infty$ (sowie ebenfalls Leitfähigkeit σ , Dielektrizitätskonstante ϵ und Permeabilität μ).

- i) Berechnen Sie die Felder $\vec{B}$ und $\vec{H}$ im Draht, im Zylinder und im Zwischenraum. 1P
- ii) Geben Sie das elektrische Feld im Draht und im Zylinder an. Berechnen Sie das elektrostatische Potential und das elektrische Feld im Zwischenraum (Hinweis: Ansatz $\Phi(\vec{r}) = zf(\rho)$, wenn der Draht in z -Richtung zeigt). 2P
- iii) Welche Oberflächenladung befindet sich auf dem Draht? Wie groß ist die Spannung zwischen Drahtoberfläche und (innerer) Zylinderoberfläche? Wie groß ist 1P

(bitte wenden)

die Kapazität pro Längeneinheit des von Draht und Rückleiter gebildeten Zylinderkondensators?

- iv) Bestimmen Sie den Energiefluss im Zwischenraum und im Inneren des Drahtes, insbesondere die Energie, die pro Längeneinheit durch die Oberfläche ins Drahtinnere fließt. 2P

Aufgabe 2: Elektron in elektromagnetischer Welle

4

Auf ein anfänglich (zur Zeit $t \rightarrow -\infty$) ruhendes Elektron fällt eine elektromagnetische Welle, die durch die Potentiale

$$\vec{A} = (0, A(x - ct), 0), \quad \Phi = 0,$$

mit einer beliebigen, für $|s| \rightarrow \infty$ verschwindenden Funktion $A(s)$ (wobei kartesische Koordinaten $\vec{r} = (x, y, z)$ benützt werden).

- i) Überprüfen Sie die Coulomb-Eichbedingung und die Wellengleichung, und berechnen Sie die Feldstärken $\vec{E}$ und $\vec{B}$. 1P
- ii) Stellen Sie die (nichtrelativistischen) Bewegungsgleichungen für die Ortskoordinaten $\vec{r}(t)$ auf. Integrieren Sie diese so weit wie möglich und zeigen Sie, dass das Elektron nach der Bestrahlung (d.h. zur Zeit $t \rightarrow +\infty$) wieder in Ruhe, aber gegen seine ursprüngliche Position um $\delta\vec{r} = (a, b, 0)$ mit $a > 0$ verschoben ist. 3P

Aufgabe 3: Ebene elektromagnetische Welle

2

Bestimmen Sie das (reelle) elektrische und magnetische Feld einer ebenen elektrischen Welle im Vakuum mit Amplitude a , Frequenz ω und Phasenwinkel Null, die

- i) sich in die negative y -Richtung bewegt und in x -Richtung polarisiert ist, 1P
- ii) sich in die Richtung des Ortsvektors $(1, 1, 1)$ bewegt und parallel zur x - y -Ebene polarisiert ist. 1P