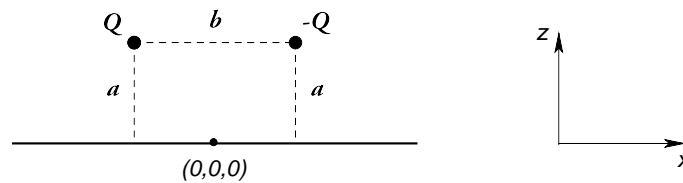


Moderne Theoretische Physik WS 2013/2014

Prof. Dr. A. Shnirman
Dr. B. NarozhnyProbeklausur
22.01.2014

1. Leitende Fläche:

(20 Punkte)



Zwei Ladungen $q_1 = Q$ und $q_2 = -Q$ befinden sich im Abstand a von einer unendlich ausgedehnten, leitenden Ebene in Punkten $(-b/2, 0, a)$ und $(b/2, 0, a)$, siehe Abbildung.

- Berechnen Sie das elektrische Feld auf der Oberfläche $\vec{E}(x, y, 0)$ des Leiters.
- Berechnen Sie die induzierte Oberflächenladungsdichte, $\sigma(x, y)$.
- Berechnen Sie die gesamte induzierte Ladung.
- Wie können Sie das Gesamtfeld $\vec{E}(\vec{r})$ für $|\vec{r}| \gg a, b$ charakterisieren?
 - Monopolfeld;
 - Dipolfeld;
 - Quadrupolfeld.

2. Elektromagnetische Wellen:

(20 Punkte)

Das elektrische Feld in einer elektromagnetischen Welle ist gegeben durch

$$\vec{E}(\vec{r}, t) = E_x \vec{e}_x \cos(\omega t - kz) + E_y \vec{e}_y \cos(\omega t - kz + 2); \quad E_x, E_y \in \mathbb{R}.$$

Finden Sie

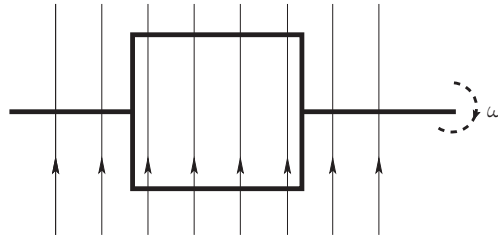
- das Magnetfeld in der Welle,
- den zeitgemittelten Poynting-Vektor \vec{S} ,
- das Vektorpotential \vec{A} (in Coulomb Eichung).
- Wie ist die Welle polarisiert:
 - linear;
 - zirkular;
 - elliptisch.

Bitte wenden!

3. Elektromagnetische Induktion:

(20 Punkte)

Betrachten Sie den quadratischen (mit Seitenlänge a), rotierenden, leitenden Rahmen in einem homogenen Magnetfeld, siehe Abbildung. Der Rahmen hat den Widerstand R und wird mit der Winkelgeschwindigkeit ω gedreht.



Vernachlässigen Sie erst die Selbstinduktion des Rahmens und finden Sie:

- den elektrischen Strom, der im Rahmen induziert wird,
- die zeitgemittelte Verlustleistung im Rahmen.
- Woher kommt die dissipierte Energie?
- Schätzen Sie die Selbstinduktion des Rahmens L ab. Wann ist die obengenannte Näherung gültig?

4. Unschärferelationen:

(20 Punkte)

Betrachten Sie den Quantenzustand mit der folgenden Wellenfunktion:

$$\psi(x) = N e^{ikx} e^{-ax^2}.$$

Finden Sie:

- die Normierungskonstante N ;
- die Mittelwerte der Koordinate $\langle x \rangle$ und des Impulses $\langle \vec{p} \rangle$;
- die Mittelwerte von der Quadrate der Koordinate $\langle x^2 \rangle$ und des Impulses $\langle \vec{p}^2 \rangle$.
- Überprüfen Sie die Gültigkeit der Unschärferelationen für diesen Zustand.

5. Spin-1/2 Zustände:

(20 Punkte)

Betrachten Sie den folgenden Operator

$$\hat{f} = 1 + \hat{\sigma}_x - \hat{\sigma}_z.$$

- Finden Sie die Eigenwerte und Eigenvektoren des Operators \hat{f} .
- Stellen Sie sich vor, dass der Operator \hat{f} ein Hamilton-Operator eines Zwei-Niveau-Systems ist. Finden Sie die Zeitentwicklung der Zustände, die zur Zeit $t = 0$ durch
 - $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$;
 - $\begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix}$.gegeben sind.