

Experimentalphysik II (SS 10)

Hausaufgaben 3

9. Kräftegleichgewicht in einer Ladungsverteilung

Betrachten Sie einen Punkt P im Vakuum. Im übrigen Raum gibt es eine beliebige, statische Ladungsverteilung. Zeigen Sie, dass der Punkt P keine stabile Gleichgewichtsposition für eine Probeladung q sein kann. (Der triviale Fall ohne Ladung im Raum - $\vec{E}(\vec{r}) = (0, 0, 0)$ für alle \vec{r} - ist auszuschließen).

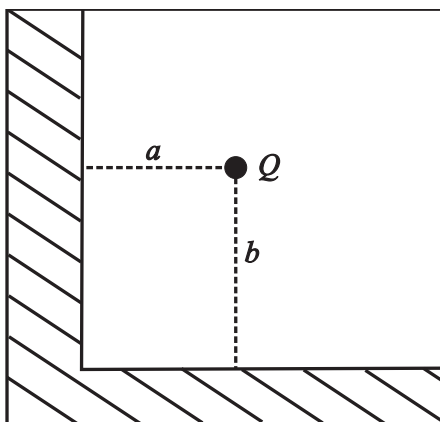
Hinweise: Wie müsste die Kraft $\vec{F}(\vec{r})$ in der Umgebung von P sein, wenn P eine stabile Gleichgewichtslage wäre? Die Untersuchung der Stabilität führt Sie auf eine Gleichung die einen Laplaceoperator enthält. Vergleichen Sie z.B. mit dem harmonischen Oszillator.

(4 Punkte)

10. Spiegelladungen

Sie haben in der Vorlesung das Prinzip der Spiegelladungen kennengelernt, bei dem durch Positionierung geeigneter virtueller Ladungen außerhalb des interessierenden Bereichs die Feldverteilung einer Ladung in Anwesenheit von leitenden Oberflächen simuliert wird. Wie in der hier angegebenen Skizze zu erkennen, befindet sich eine Punktladung Q mit senkrechten Abständen a und b auf senkrecht zueinander stehenden, unendlich ausgedehnten, leitenden Ebenen.

- Wo liegen die Spiegelladungen und wie groß sind sie? Skizzieren Sie das Feldlinienbild (ohne Rechnung).
- Wie groß ist die Kraft auf die Ladung für $a = b$ und in welche Richtung zeigt sie?



(4 Punkte)

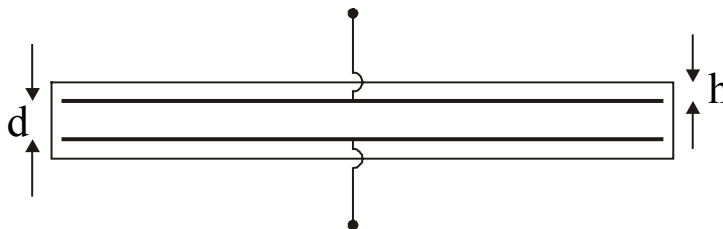
Bitte wenden.

11. Kondensator im Metallkasten

Ein Plattenkondensator besteht aus zwei Platten mit einer jeweiligen Fläche von $A = 100 \text{ cm}^2$ und einem Abstand $d = 0,5 \text{ mm}$. Der Kondensator befindet sich in einem flachen Metallkasten, wobei die zu den Platten parallelen Wände ebenfalls eine Fläche von (etwas mehr als) $A = 100 \text{ cm}^2$ besitzen und einen Abstand $h = 0,5 \text{ mm}$ von den Kondensatorplatten haben. Feldverzerrungen an den Rändern der Kondensatorplatten können vernachlässigt werden.

- Der Kondensator ist zunächst isoliert gegenüber dem Kasten (wie in der Zeichnung dargestellt). Wie groß ist die Kapazität dieser Anordnung?
- Wie ändert sich die Kapazität, wenn der Kasten mit einer der Kondensatorplatten elektrisch verbunden wird?

Hinweis: Denken Sie sich jeweils geeignete Ersatzschaltbilder aus, die aus entsprechend verschalteten Plattenkondensatoren bestehen.



(4 Punkte)

12. Dielektrikum im Plattenkondensator

Der Raum zwischen den quadratischen Platten eines Plattenkondensators hat ein Volumen von 20 cm^3 und ist vollständig mit einem Dielektrikum ($\epsilon = 5$) ausgefüllt. Der Abstand der Platten beträgt $0,1 \text{ cm}$. Der Kondensator ist an eine 12 V Batterie angeschlossen.

- Wie ändert sich die elektrostatische Energie, wenn man das Dielektrikum herauszieht?
- Welche Arbeit muss verrichtet werden, um das Dielektrikum aus dem Kondensator herauszuziehen? Reibung soll hierbei vernachlässigt werden. Hinweis: Berücksichtigen Sie, dass beim Herausziehen des Dielektrikums die Ladung auf dem Kondensator abnimmt. Zum Transport dieser Ladung in die Batterie muss Arbeit geleistet werden.
- Wie groß ist die zum Herausziehen des Dielektrikums notwendige Kraft und in welche Richtung weist sie?
- Welche Arbeit muss verrichtet werden, um das Dielektrikum aus dem Kondensator herauszuziehen, wenn der Kondensator vorher von der Spannungsquelle getrennt wurde?

(8 Punkte)

Abgabe der Übungszettel am 5. Mai vor der Vorlesung, Besprechung der Lösungen am 10. Mai in den Übungsgruppen.