Klassische Teilchen und Felder

Präsenzübung, Blatt 08 **WS 08/09 02.12.2008**

Vorlesung: Luis Santos – Übungen: Garu Gebreyesus & Tobias Wirth

[P14] Plattenkondensator

Eine unendlich ausgedehnte Ebene trägt die homogene Flächenladungsdichte σ (Ladung pro Flächeneinheit). Berechnen Sie die elektrische Feldstärke und ihr Potential

– ohne Verwendung des Gaußschen Satzes

– mit Verwendung des Gaußschen Satzes.

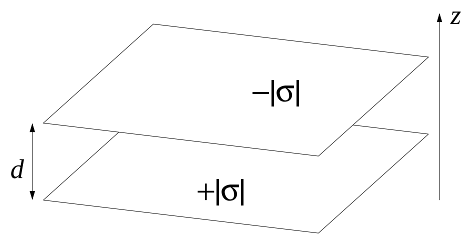
Unter einem Plattenkondensator versteht man ein System von 2 parallel zueinander angeordneten Platten die homogen verteilt entgegengesetzt gleich große Ladungen tragen.

Wir betrachten die Platten als unendliche Ebenen. Der Abstand der Ebenen ist d.

a) Berechnen sie $E(\vec{r})$ für alle z.

b) Berechnen Sie das entsprechende skalare Potential $\varphi(\vec{r})$.

c) Berechnen Sie die Spannung $U = \varphi(z = 0) - \varphi(z = d)$.



Man nennt $C = Q/U$ die *Kapazität* des Plattenkondensators. Wenn die Platten nicht unendlich ausgedehnt sind sondern eine endliche Fläche S haben, dann ist $Q = \sigma S$ (man vernachlässigt die Randeffekte). Bestimmen Sie C, wovon hängt die Kapazität *nicht* ab?

[P15] (unendlich)^2 Draht

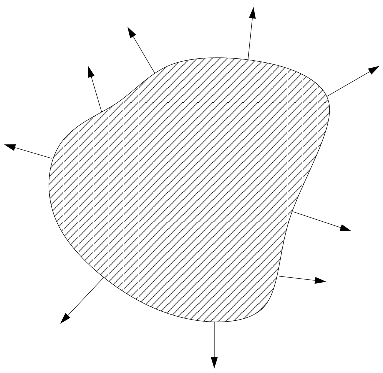
Ein unendlich dünner, unendlich langer, gerader Draht trägt eine homogene Ladungsdichte κ (Ladung pro Längeneinheit).

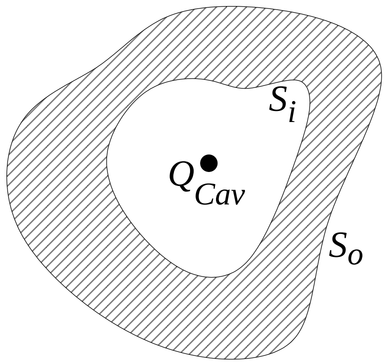
Berechnen Sie das $\vec{E}$-Feld und das entsprechende skalare Potential (am besten mit dem Gaußschen Satz).

Bitte wenden

[P16] allgemeiner Leiter

Ein Leiter ist im Allgemeinen ein Bereich in dem Ladungen unter dem Einfluss eines $\vec{E}$-Feldes freibeweglich sind. Deswegen ist innerhalb eines Leiters $\vec{E} = 0$ ($\varphi(\vec{r}) = \text{const}$), da sonst die Ladungen sich bewegen würden und es gäbe keine „Statik“. Auf der Oberfläche des Leiters kann man $\vec{E} \neq 0$ haben, aber nur Komponenten senkrecht zur Oberfläche (ansonsten entstünde eine Bewegung der Ladungen entlang der Oberfläche). Also ist $\vec{E} = E(\vec{r}) \cdot \vec{n}$ mit $\vec{n} \equiv$ Normalenvektor.





a) Benutzen Sie den Gaußschen Satz um zu zeigen, dass innerhalb des Leiters es keine Ladung gibt.

b) Sei σ die Flächenladung auf der Oberfläche des Leiters. Benutzen Sie noch einmal den Gaußschen Satz um zu zeigen, dass das Feld auf der Oberfläche $\vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0}\vec{n}$ ist.

c) Nehmen Sie nun einen Leiter mit einem Hohlraum an. Der Leiter hat nun 2 Oberflächen, innere (S_i) und äußere (S_o). Innerhalb des Hohlraums gibt es eine Ladung Q_{Cav}.

   Benutzen Sie den Gaußschen Satz um zu zeigen, dass auf der Fläche S_i eine gesamte Ladung $-Q_{\text{Cav}}$ verteilt gibt.

   Wenn der Leiter neutral ist (hat keine gesamte Ladung), wie ist die Ladung auf S_o?