

# Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2010

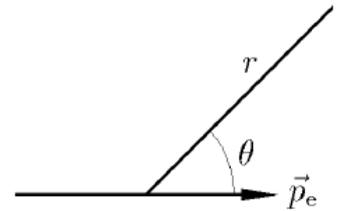
4. Übung (Blatt 1)

17./19.05.2010

## Aufgabe 17: Dipolfeld

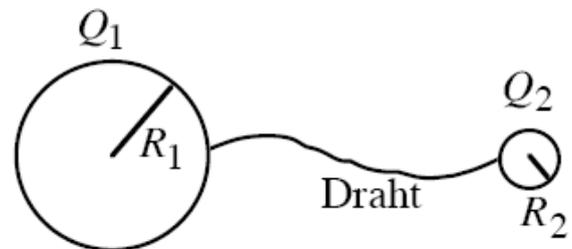
Zeigen Sie unter Ausnutzung des Superpositionsprinzips, dass das Potenzial eines elektrischen Dipols in großer Entfernung  $r$  gegenüber der Dipollänge  $a$  gegeben ist durch:

$$\varphi_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p_e}{r^2} \cos\theta$$



## Aufgabe 18: Geladene Kugeln mit leitender Verbindung

Zwei leitende Kugeln stehen über einen langen, dünnen Draht in Kontakt. Kugel 1 (Radius  $R_1$ ) trägt die Ladung  $Q_1$ , auf der Kugel 2 (Radius  $R_2$ ) befindet sich die Ladung  $Q_2$ .



- Bestimmen Sie das Verhältnis der Ladungen auf den Kugeln.
- In welchem Verhältnis stehen die Flächenladungsdichten an den Kugeloberflächen?
- Wie verhalten sich die Beträge der elektrischen Feldstärken an den Kugeloberflächen?

## Aufgabe 19: Spiegel- oder Bildladungen

Vor einer unendlich großen, geerdeten Metallfläche ( $y$ - $z$ -Ebene) befindet sich am Punkt  $P(x;0;0)$  mit  $x > 0$  eine positive Ladung  $Q$ .

- Skizzieren Sie das elektrische Feld (Feldlinienbild) in der  $x$ - $y$ -Ebene.
- Mit welcher Kraft  $F(x)$  wird die Ladung  $Q$  von der Wand angezogen?
- Welche potenzielle Energie  $W(x)$  hat die Ladung  $Q$ ?
- Allgemein gilt:  $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$ . Was gilt im speziellen bei einem eindimensionalen Problem? Folgern Sie damit den Zusammenhang zwischen der Kraft  $F(x)$  und der Energie  $W(x)$  und weisen Sie die Gültigkeit mithilfe der Ergebnisse aus b) und c) nach.

# Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2010

4. Übung (Blatt 2)

17./19.05.2010

## Aufgabe 20: Feld einer zylinderförmigen Leiteranordnung - Koaxkabel

Auf zwei konzentrischen, zylinderförmigen Leitern mit den Radien  $r_a = 0,010$  m bzw.  $r_b = 0,080$  m mögen sich die homogenen Flächenladungsdichten  $\sigma_a = 40$  pC/m<sup>2</sup> und  $\sigma_b$  befinden. Die  $\vec{D}$ - und  $\vec{E}$ -Felder seien nur zwischen den beiden Zylindern von Null verschieden, während sie außerhalb dieses Raumgebiets verschwinden.

Die Zylinder befinden sich im Vakuum, Randeffekte seien vernachlässigbar!

- Fertigen Sie eine aussagekräftige, vollständige Skizze an!
- Bestimmen Sie die Ladungsdichte  $\sigma_b$ .
- Bestimmen Sie  $\vec{D}(r)$  und  $\vec{E}(r)$  zwischen den Zylindern, jeweils in Abhängigkeit vom Abstand  $r$  zur Zylinderachse. Zeigen Sie, dass für das Potenzial gilt:  $\varphi(r) = \frac{\sigma_a r_a}{\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_b}{r}\right)$ , wenn der Potenzialnullpunkt zu  $\varphi(r_b) = 0$  gewählt wird.
- Plotten Sie  $E(r)$  und  $\varphi(r)$  für  $0 < r < R$ , wobei  $R > r_b$  (Funktionsplotter!!).

## Aufgabe 21: Feld einer zylinderförmigen Leiteranordnung - Koaxkabel - Fortsetzung

Gegeben sei wieder das Koaxialkabel aus Aufgabe 20.

- Welche Kapazität pro Länge hat diese Anordnung? Allgemeine Berechnung und konkreter Wert für 1 m Länge.
- Welche Energie pro Länge "steckt" im Feld. Allgemeine Berechnung und konkreter Wert für 1 m Länge.
- Welche Änderungen treten bei den einzelnen Größen ( $\sigma_a$ ,  $\sigma_b$ ,  $E$ ,  $D$ ,  $\varphi$ ,  $C$ ,  $W$ ) auf, wenn der Hohlraum zwischen den Leitern mit einem Dielektrikum (relative DK =  $\epsilon_r$ ) ausgefüllt ist.