

# Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2009

4. Übung (Blatt 1)

20.05.2009

## Aufgabe 17: Dipolfeld, Teil 1

Auf einer Geraden  $g$  senkrecht zu einem elektrischen Dipol durch dessen Mittelpunkt  $M$  liege im Abstand  $r$  von  $M$  der Punkt  $P$ . Der Dipol habe das Dipolmoment  $\vec{p}_e$  und die Dipollänge  $a$ .

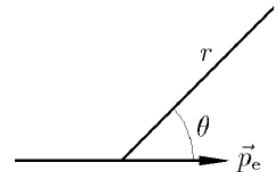
- Fertigen Sie zu Ihrer Lösung eine aussagekräftige, vollständige Skizze an!
- Durch Anwendung des Superpositionsprinzips zeige man, dass der Betrag der Gesamtfeldstärke  $E$ , die von den beiden Ladungen des Dipols im Punkt  $P$  erzeugt wird, für große Entfernungen gegenüber der Dipollänge ( $r \gg a$ ) beschrieben wird durch:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p_e}{r^3}$$

## Aufgabe 18: Dipolfeld, Teil 2

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

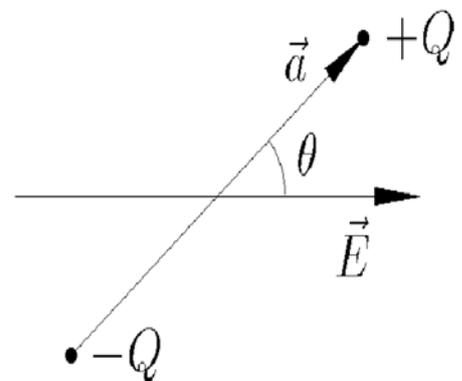
$$\varphi_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p_e}{r^2} \cos \theta$$



## Aufgabe 19: Dipol im homogenen Feld

Ein elektrischer Dipol mit dem Dipolmoment  $\vec{p}_e = Q\vec{a}$  bilde mit der Richtung eines homogenen elektrischen Feldes  $\vec{E}$  den Winkel  $\theta$  (s. Abb.).

- Man berechne das wirkende Drehmoment (Vektor!).
- Für welche Stellung des Dipols im äußeren Feld ist die Wechselwirkungsenergie (potentielle Energie des Dipols im Feld) minimal, für welche maximal und wie groß ist sie jeweils absolut?  
(Hinweis: Günstigen Nullpunkt passend zur möglichst einfachen mathematischen Beschreibung wählen! Im Zweifelsfall verschiedene probieren!)
- Unter welchen Bedingungen muss bei einer quasistatischen Drehung des Dipols im angegebenen Feld eine maximale Arbeit geleistet werden und wie groß ist diese?



# Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2009

4. Übung (Blatt 2)

20.05.2009

## 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 Potential gilt:  $\varphi(r) = \frac{\sigma_a r_a}{\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_b}{r}\right)$ , wenn der Potentialnullpunkt 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.