

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 .

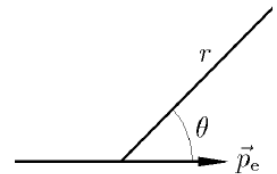
- Fertigen Sie zu Ihrer Lösung eine aussagekräftige, vollständige Skizze an!
- Durch Anwendung des Superpositionsprinzips zeige man, dass der Betrag der Gesamtfeldstärke E , die von den beiden Ladungen des Dipols im Punkt P erzeugt wird, für große Entfernungen gegenüber der Dipollänge ($r \gg a$) beschrieben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

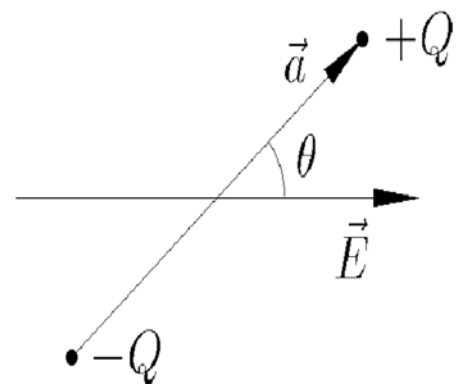
$$\varphi_e = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p_e}{r^2} \cos \theta$$



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 θ (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/m² und σ_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 σ_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 (σ_a , σ_b , E , D , φ , C , W) auf, wenn der Hohlraum zwischen den Leitern mit einem Dielektrikum (relative DK = ϵ_r) ausgefüllt ist.