

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2011

3. Übung (Blatt 1)

30.05/01.06.2011

Aufgabe 13: Koordinatensysteme

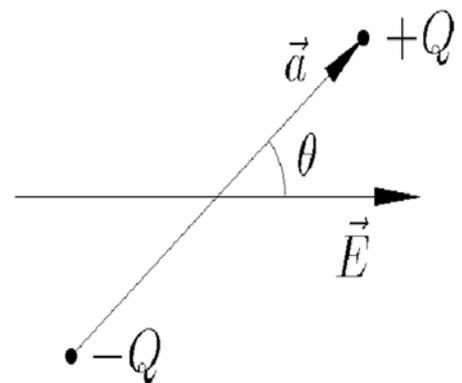
Geben Sie Formeln an, mit denen sich folgende Umrechnungen bewerkstelligen lassen:

- a) von kartesischen Koordinaten (x, y, z) in
 - a. Zylinderkoordinaten (ρ, φ, z)
 - b. Kugelkoordinaten (r, θ, φ)
- b) von Zylinderkoordinaten (ρ, φ, z) in
 - a. kartesischen Koordinaten (x, y, z)
 - b. Kugelkoordinaten (r, θ, φ)
- c) von Kugelkoordinaten (r, θ, φ) in
 - a. kartesischen Koordinaten (x, y, z)
 - b. Zylinderkoordinaten (ρ, φ, z)

Aufgabe 14: 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.).

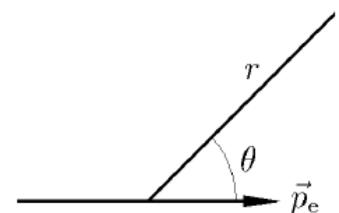
- a) Man berechne das wirkende Drehmoment (Vektor!).
- b) Für welche Stellung des Dipols im äußeren Feld ist die Wechselwirkungsenergie (potentielle Energie des Dipols im Feld) minimal, für welche maximal und wie groß ist sie jeweils absolut?
(Hinweis: Günstigen Nullpunkt passend zur möglichst einfachen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



Aufgabe 15: Dipolfeld

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

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



Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2011

3. Übung (Blatt 2)

30.05/01.06.2011

Aufgabe 16: Feld einer zylinderförmigen Leiteranordnung - Koaxialkabel

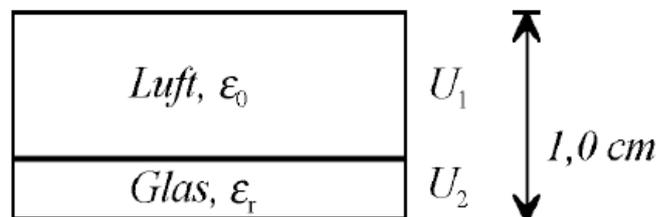
Auf zwei konzentrischen, zylinderförmigen Leitern mit den Radien $r_a = 0,010$ m bzw. $r_b = 0,080$ m mögen sich die homogenen Flächenladungsdichten $\sigma_a = 40$ pC/m² und σ_b befinden. Die \vec{D} - und \vec{E} -Felder seien nur zwischen den beiden Zylindern von Null verschieden, während sie außerhalb 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 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 17: Durchschlagsfeldstärke

Der Abstand zwischen den planparallelen Leitern eines Plattenkondensators ohne dielektrische Füllung betrage 1,0 cm und die angelegte Spannung sei 29 kV. In den Raum zwischen die Platten werde - bei gleichbleibender Spannung - eine dünne Glasplatte ($\epsilon_r = 6,5$) der Dicke $d_2 = 0,20$ cm eingeführt (vgl. Abbildung).



Begründen Sie, warum es dann in der über der Glasplatte liegenden Luftschicht zu einem elektrischen Durchschlag kommt, wenn die Durchschlagsfeldstärke von Luft bzw. Glas bei 30 kV/cm bzw. 140 kV/cm liegt.