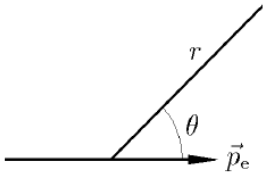
Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2008 4. Übung (Blatt 1) 19./21.05.2008

Aufgabe 15: *Dipolfeld*

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

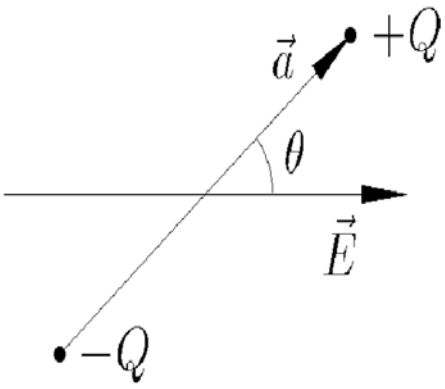
$$\varphi_e = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{p_e}{r^2}\cos\theta$$



Aufgabe 16: *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 17: *Spiegel- oder Bildladungen*

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

a) Skizzieren Sie das elektrische Feld (Feldlinienbild) in der x-y-Ebene.
b) Mit welcher Kraft $F(x)$ wird die Ladung Q von der Wand angezogen?
c) Welche potentielle Energie $W(x)$ hat die Ladung Q?
d) Allgemein gilt: $\vec{E} = -grad\varphi$. 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 2008 4. Übung (Blatt 2) 19./21.05.2008

Aufgabe 18: *Bewegung im elektrischen Feld*

a) Welche Spannung U muss ein Elektron durchlaufen, damit es aus der Ruhe auf die Geschwindigkeit $\vec{v}_0$ gebracht wird? Bei welcher Spannung erreicht das Elektron 10% der Lichtgeschwindigkeit (angenommene Grenze für klassische Rechnung)?

b) Ein Elektron tritt mit der Anfangsgeschwindigkeit $\vec{v}_0$ in ein räumlich begrenztes, homogenes elektrisches Feld der Stärke $\vec{E}$ ein. Wie verläuft die weitere Bewegung? Fallunterscheidung mit Skizzen der Flugbahnen. Wie lauten die quantitativen Beschreibungen des Ortes $\vec{r}(t)$ und der Geschwindigkeit $\vec{v}(t)$ als Funktionen der Zeit?

Aufgabe 19: *Kugelkondensator*

Ein Kondensator werde aus zwei konzentrischen, leitenden, dünnwandigen Kugelschalen mit den Radien r_a bzw. r_b ($>r_a$) gebildet. Die Kugelschalen tragen die homogenen Flächenladungsdichten σ_a (>0) und σ_b. Die $\vec{D}$- und $\vec{E}$-Felder seien bei dieser Anordnung nur zwischen den beiden Kugelschalen von Null verschieden, während sie außerhalb dieses Raumgebiets verschwinden.

a) Bestimmen Sie die Ladungsdichte σ_b in Abhängigkeit von σ_a und den Abmessungen.
b) Bestimmen Sie mit dem Gaußschen Satz und durch Richtungsüberlegung $\vec{E}$ (Vektor!) zwischen den Kugelschalen in Abhängigkeit vom Abstand r zum Mittelpunkt. Fertigen Sie eine saubere (!) Skizze an.
c) Berechnen Sie das elektrische Potenzial zwischen den Kugelschalen in Abhängigkeit vom Abstand r zum Mittelpunkt, dabei gelte $\varphi(r_b) = 0$. Skizzieren Sie den Potenzialverlauf für $0 \le r < R$ mit $R > r_b$.
d) Welche Kapazität C hat die Anordnung?