

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2007

4. Übung (Blatt 1)

21./23.05.2007

Aufgabe 16: Dipol im homogenen Feld - HCl-Molekül

Als Beispiel eines Dipols wird ein HCl-Molekül betrachtet. Dabei werden die Annahmen gemacht, dass die beiden Ionen H^+ und Cl^- punktförmig sind und eine positive bzw. eine negative Elementarladung tragen (Hantelmodell). Der Gleichgewichtsabstand der beiden Ionen beträgt $r_0 = 1,27 \times 10^{-10} \text{ m}$.

- Man berechne unter den obigen Annahmen das Dipolmoment des HCl-Moleküls und das Trägheitsmoment bei Rotation um den Schwerpunkt.
- Im allgemeinen kann ein solcher Dipol um die stabile Gleichgewichtslage Drehschwingungen ausführen. Man berechne für HCl-Moleküle unter den oben für diese Moleküle gemachten Annahmen im äußeren homogenen elektrischen Feld der Stärke $E = 1,00 \times 10^7 \text{ V m}^{-1}$ (atomares Feld) die Schwingungsdauer der ungedämpften Eigenschwingungen für kleine Amplituden.

Aufgabe 17: Dipolfeld

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 .

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

Fertigen Sie zu Ihrer Lösung eine aussagekräftige, vollständige Skizze an!

Aufgabe 18: Bewegung im elektrischen Feld

- 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)?
- 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?

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2007

4. Übung (Blatt 2)

21./23.05.2007

Aufgabe 19: Kugel mit homogener Ladungsdichte

Über ein kugelförmiges Volumen vom Radius R sei positive Ladung mit der konstanten Raumladungsdichte ρ_e homogen verteilt. (Ladungen sitzen in einem Isolator).

- Man benutze das Gaußsche Gesetz, um zu zeigen, dass für den Betrag der elektrischen Feldstärke innerhalb der Kugel im Abstand r vom Mittelpunkt gilt: $E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{4\pi\rho_e r}{3}$
- Wie groß ist der Betrag der elektrischen Feldstärke außerhalb des Kugelvolumens im Abstand r vom Mittelpunkt? Man gebe das Ergebnis in Abhängigkeit von Q_{ges} , der Gesamtladung in der Kugel an.
- Man vergleiche die Ergebnisse von a) und b) für den Fall $r = R$.
- Man plote den Verlauf von E als Funktion von r . (Funktionsplotter!!)
- Man bestimme das elektrische Potential φ_e als Funktion von r sowohl innerhalb als auch außerhalb der Kugel.
- Man plote den Verlauf von φ_e als Funktion von r . (Funktionsplotter!!)
- Man plote den Verlauf von E und φ_e als Funktion von r , wenn die gesamte Ladung an der Oberfläche einer metallisch leitenden Kugel sitzt. (Funktionsplotter!!)

Aufgabe 20: Kapazität eines Kugelkondensators

Ein Kondensator werde aus zwei konzentrischen, leitenden Kugelflächen gebildet.

- Man berechne die Kapazität C des Kondensators. Dabei sei der Radius der inneren Kugelfläche r_1 , der Radius der äußeren Kugelfläche r_2 . Zwischen den Kugelflächen befinde sich ein Dielektrikum mit der relativen Dielektrizitätskonstanten ϵ_r .
- Als Wertebeispiel berechne man die Kapazität C für $r_1 = 0,10 \text{ m}$, $r_2 = 0,20 \text{ m}$, $\epsilon_r = 41$.
- Betrachten Sie jetzt die Erde näherungsweise als Kugelkondensator (zweite Kugelschale im Unendlichen). Berechnen Sie die Kapazität.