

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2009

5. Übung (Blatt 1)

27.05.2009

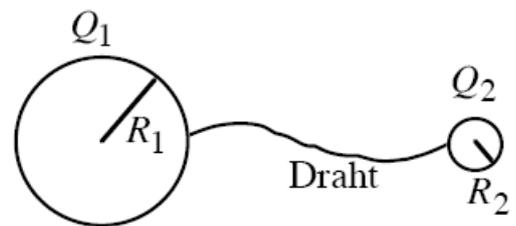
Aufgabe 22: Dipol im homogenen Feld - HCl-Molekül

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 23: Geladene Kugeln mit leitender Verbindung

Zwei leitende Kugeln stehen über einen langen, dünnen Draht in Kontakt. Kugel 1 (Radius R_1) trägt die Ladung Q_1 , auf der Kugel 2 (Radius R_2) befindet sich die Ladung Q_2 .



- Bestimmen Sie das Verhältnis der Ladungen auf den Kugeln.
- In welchem Verhältnis stehen die Flächenladungsdichten an den Kugeloberflächen?
- Wie verhalten sich die Beträge der elektrischen Feldstärken an den Kugeloberflächen?

Aufgabe 24: Spiegel- oder Bildladungen

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

- Skizzieren Sie das elektrische Feld (Feldlinienbild) in der x - y -Ebene.
- Mit welcher Kraft $F(x)$ wird die Ladung Q von der Wand angezogen?
- Welche potentielle Energie $W(x)$ hat die Ladung Q ?
- Allgemein gilt: $\vec{E} = -\text{grad}\varphi$. 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)

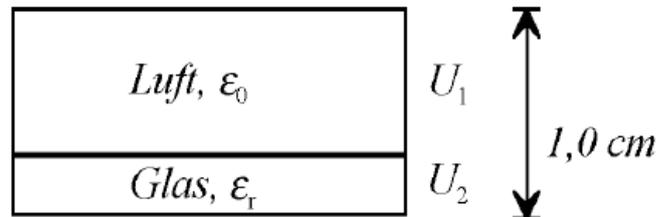
SS 2009

5. Übung (Blatt 2)

27.05.2009

Aufgabe 25: 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).



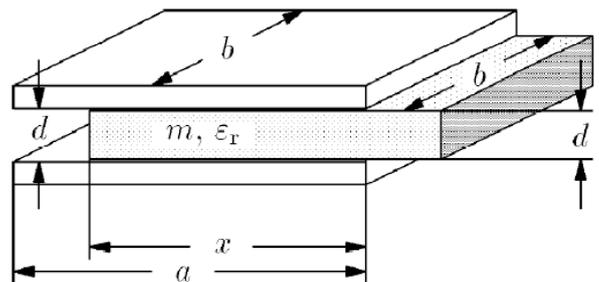
Begründen Sie, warum es dann in der über der Glasplatte liegenden Luftschicht zu einem elektrischen Durchschlag kommt, wenn die Durchschlagsfeldstärke von Luft bzw. Glas bei 30 kV/cm bzw. 140 kV/cm liegt.

Aufgabe 26: Bewegliches Dielektrikum im Plattenkondensator

Zwei rechteckige Metallplatten der Länge a , der Breite b haben den festen Abstand d zueinander und bilden einen Parallelplattenkondensator mit der Vakuumkapazität C_0 (siehe Abb.). Dieser wird auf die Spannung U_0 aufgeladen und dann von der Spannungsquelle getrennt. Danach wird eine dielektrische Platte aus einem homogenen, isotropen Material der Masse m mit der Breite b und der Dicke d in Richtung der Plattenlänge a bis zu einer Eintauchtiefe x zwischen die Kondensatorplatten geschoben. Die Dielektrizitätszahl des Materials sei ϵ_r .

- a) Bestimmen Sie abhängig von x
- (i) die Kapazität $C(x)$ des Kondensators,
 - (ii) die Spannung $U(x)$ am Kondensator,
 - (iii) die im Kondensatorfeld gespeicherte Energie $W_e(x)$,
 - (iv) die Kraft $F(x)$ auf das Dielektrikum.

Die gewonnenen Ausdrücke sollen nur die Größen C_0 , U_0 , a , x und ϵ_r enthalten.



- b) Zunächst wird die Platte bei einer Eintauchtiefe $x = a/2$ festgehalten. Unter der Annahme, dass sie nach dem Loslassen eine reibungsfreie, horizontale Bewegung ausführen kann, berechne man die Geschwindigkeit der Platte, wenn sie gerade den Kondensator ganz ausfüllt.