

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

SS 2008

5. Übung (Blatt 1)

26./28.05.2008

Aufgabe 20: *Feld einer zylinderförmigen Leiteranordnung - Koaxialkabel*

Auf zwei konzentrischen, zylinderförmigen Leitern mit den Radien $r_a = 0,010 \text{ m}$ bzw. $r_b = 0,080 \text{ m}$ mögen sich die homogenen Flächenladungsdichten $\sigma_a = 40 \text{ pC/m}^2$ 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 - Koaxialkabel - 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.

Übungen zur Einführung in die Physik II (Nebenfach)

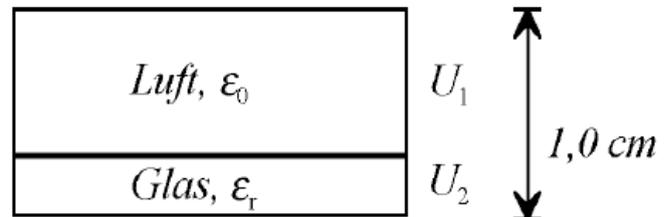
SS 2008

5. Übung (Blatt 2)

26./28.05.2008

Aufgabe 22: Durchschlagsfeldstärke

Der Abstand zwischen den planparallelen Leitern eines Plattenkondensators ohne dielektrische Füllung betrage $1,0\text{ cm}$ 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 $d_2 = 0,20\text{ cm}$ 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 23: 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.