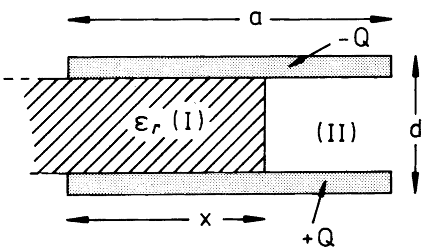
Übungen zur Physik II (SS 99)

Blatt 6

Aufgabe 6.1 (HA 10): Satz von Gauß

Erläutern Sie Beispiele der physikalischen Anwendung des Satzes von Gauß, die Sie in der Vorlesung bzw. in den Übungen kennengelernt haben. (Je richtig erläutertem Beispiel gibt es 2 Punkte.)

Aufgabe 6.2 (): Dielektrikum im elektrischen Feld



In einem Plattenkondensator (Fläche $F = a \cdot b$, Plattenabstand d) sei um eine Strecke x ein Dielektrikum der Dielektrizitätskonstanten $\varepsilon_r > 1$ eingeschoben (I; siehe Bild). Der restliche Raum (II) zwischen den Platten sei leer. Die Ladung auf der unteren Platte sei Q, die auf der oberen Platte $-Q$. Von Randeffekten (Streufeldern) werde abgesehen.

a) Welche Beziehungen bestehen zwischen dem elektrischen Feld $\vec{E}$ und der dielektrischen Verschiebung $\vec{D}$ in (I) und (II)?

b) Was läßt sich über D_I/D_{II} und E_I/E_{II} aussagen?

c) Welcher Zusammenhang besteht zwischen D_I, D_{II} und den Flächenladungsdichten σ_I, σ_{II}?

d) Berechnen Sie das $\vec{E}$- und das $\vec{D}$-Feld für den gesamten Raum zwischen den Platten!

e) Berechnen Sie die elektrostatische Feldenergie W!

f) Aus der Energieänderung beim Verschieben des Dielektrikums um dx bestimmen Sie die auf das Dielektrikum wirkende Kraft!

Aufgabe 6.3 (HA 15): Elastisch gebundenes Elektron

Als einfaches Atommodell kann man sich das Atom zusammengesetzt aus dem Atomrumpf (Kern und (n-1) Elektronen) und ein Elektron vorstellen. Den Atomrumpf modelliert man als homogen geladene Kugel.

a) Was ist das Feld des Atomrumpfes? Was ist also die Kraft auf das einzelne Elektron?

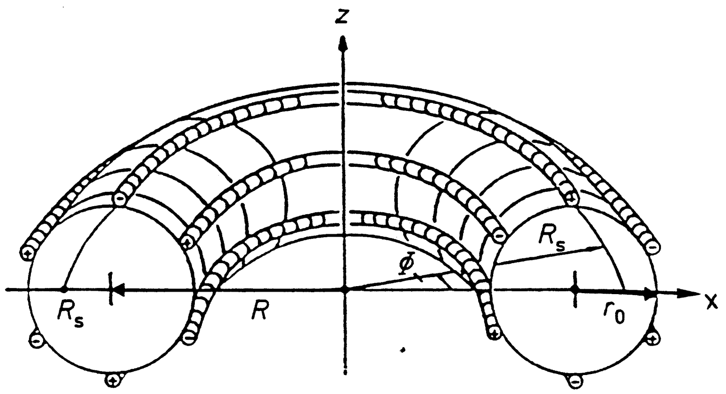
b) Jetzt sei zusätzlich ein statisches äußeres elektrisches Feld angelegt. Berechnen Sie das resultierende Dipolmoment des Atoms!

c) Das äußere Feld sei jetzt zeitveränderlich von der Form $\vec{E}_0 \sin(\omega t)$, $\vec{E}_0 = \text{const.}$. Berechnen Sie die Amplitude der resultierenden Schwingung des Elektrons mit den Methoden, die Sie im ersten Semester kennengelernt haben.

Aufgabe 6.4 (): Hochspannungskabel

Ein 220 kV-Hochspannungskabel ist im Sturm gerissen und auf den Boden gefallen, ohne daß die Sicherungsanlagen im Kraftwerk oder Umspannwerk die Spannung abschalten. Wie sieht die Verteilung von Feld und Potential im Erdboden um das Kabel aus, wenn es den Boden nur mit seinem Ende berührt, bzw. in einer gewissen Länge auf dem Boden aufliegt? Bis auf welchen Abstand kann man sich dem Kabel ohne Gefahr nähern? Ist der Sicherheitsabstand für Kühe größer oder kleiner als für Menschen? Gilt für ein Kabel, das wie üblich in der Luft hängt oder für ein Kabel, das im Wasser hängt, der gleiche Sicherheitsabstand? Schätzen Sie auch den Strom, der vom Kabel ins Erdreich fließt. Nehmen Sie dabei gut durchfeuchtetes Erdreich an.

Aufgabe 6.5 (): Neutronenfalle



Ein Teilchen mit fest parallel zu B ausgerichtetem permanenten magnetischem Moment (Neutronenspin, $\mu = 5.92\ 10^{-8} eV/T$) bewege sich durch einen Torus mit Radius R (siehe Querschnittszeichnung). Sechs hexagonal angeordnete alternierend gegenläufige Stromleiter erzeugen ein Magnetfeld mit $\vec{B} = \frac{B_0}{r_0^2}(-2xz, 0, x^2 - z^2)^t$. Es sei $B_0 = 3.5\ T,\ r_0 = 0.02\ m,\ R = 0.55\ m.$

a) Welche Kraft hält das Teilchen auf einer Kreisbahn. Welche kinetische Energie (in eV) dürfen die eingefangenen Teilchen maximal besitzen?

b) Das Gravitationsfeld der Erde weise in z-Richtung. Wie lautet die Bewegungsgleichung des Neutrons in z-Richtung und wie lautet die Lösung dieser Bewegungsgleichung?

c) Für $\delta B/\delta dz = 1.73\ T/m$ wird die magnetische Kraft durch die Gewichtskraft kompensiert. Wie gross ist die schwere Masse des Neutrons?

Viel Erfolg!

(Physik II im Netz: `http://pauli.uni-muenster.de/~schnetm/physik2.html`)