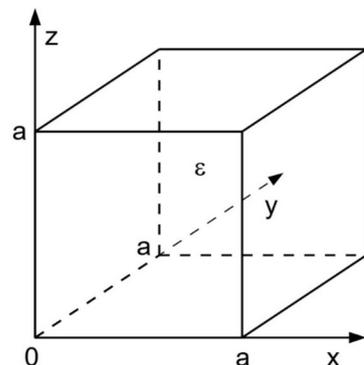


Aufgaben Theoretische Elektrotechnik (zur Übung am 10.11.2022)

<https://www.iae.uni-rostock.de/thetaufgaben/>

1. In einem Würfel der Kantenlänge a ist die folgende Verteilung der Verschiebungsflußdichte vorgegeben:

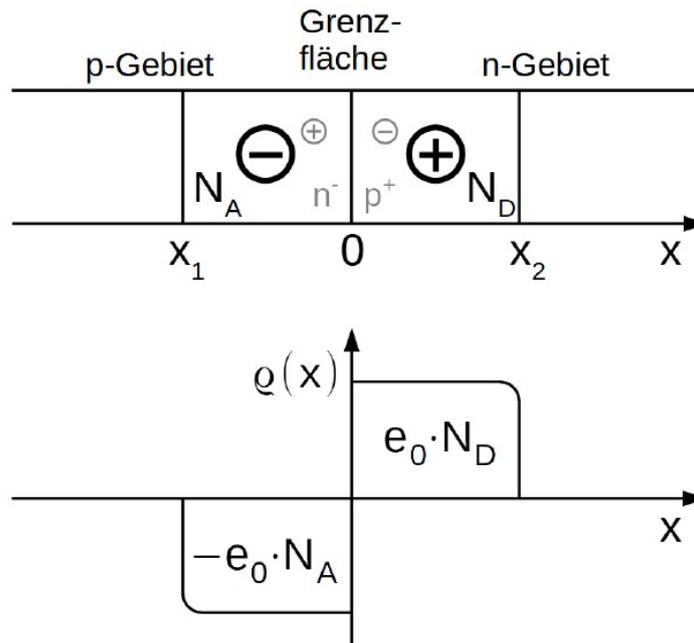
$$\vec{D}(x, y, z) = D_0 \frac{a}{x + \frac{a}{4}} \vec{e}_x + D_0 \vec{e}_y$$



- a) Bestimmen Sie die Raumladungsdichte $\rho(x, y, z)$ im Würfel.
b) Wie groß ist die Gesamtladung Q im Würfel?
c) Berechnen Sie die Spannung zwischen der Ecke im Koordinatenursprung und der Ecke mit den Koordinaten (a, a, a) .
2. Gegeben ist ein Halbleiterkristall mit einem abrupten flächenhaften Übergang zwischen einem mit Akzeptoren der Dichte N_A dotiertem Gebiet und einem mit Donatoren der Dichte N_D dotiertem Gebiet (pn-Übergang). Der pn-Übergang befindet sich im Zustand der Störstellenerschöpfung, d.h. alle Donatoren haben ein Elektron ins Leitungsband abgegeben und sind damit positiv geladen, alle Akzeptoren haben ein Defektelektron im Valenzband aufgenommen und sind damit negativ geladen. Im Gebiet des Überganges sind die freien Elektronen aus dem n-Gebiet in das p-Gebiet diffundiert, die freien Defektelektronen (Löcher) aus dem p-Gebiet ins n-Gebiet. Dadurch hat sich zwischen p- und n-Gebiet eine Diffusionsspannung U_D aufgebaut, die die weitere Abwanderung der Ladungsträger zum Stillstand bringt. Durch Anlegen einer äußeren Spannung U wird der pn-Übergang in Sperrrichtung betrieben.

Berechnen Sie die Potentialverteilung $\varphi(x)$ und die Feldstärkeverteilung $\vec{E}(x)$ im abrupten pn-Übergang und die Ausdehnung der Sperrschicht $(-x_1 \text{ bis } x_2)$ in Abhängigkeit von der Sperrspannung U . Berechnen Sie die absolute und die differentielle Kapazität der Raumladungsverteilung sowie die Kapazität eines Ersatz-Plattenkondensators.

(Abbildung und Erläuterungen zur Lösung auf der nächsten Seite)



Zur Berechnung der Potentialverteilung muß die Potentialgleichung gelöst werden. Die Ladungsdichte im p-Gebiet setzt sich zusammen aus der Dichte der Akzeptoren N_A und der Dichte der Elektronen n^- , die Ladungsdichte im n-Gebiet setzt sich zusammen aus der Dichte der Donatoren N_D und der Defektelektronen p^+ . Zur Vereinfachung wird angenommen:

$$N_A \gg n^- \text{ und } N_D \gg p^+.$$

Die Integrationskonstanten und die Ausdehnung der Sperrschicht ($-x_1$ bis $+x_2$) werden aus den Rand- und Grenzbedingungen bestimmt. Die Querschnittsfläche des pn-Überganges ist als bekannt anzunehmen. Die Ausdehnung der Raumladungszone in y- und in z-Richtung sind viel größer, als die Ausdehnung des pn-Überganges in x-Richtung.

Informationen zur Lösung im Skript, Informationen zum pn-Übergang z.B. auf www.halbleiter.org.

3. Zwischen Innen- und Außenleiter eines Koaxialkabels

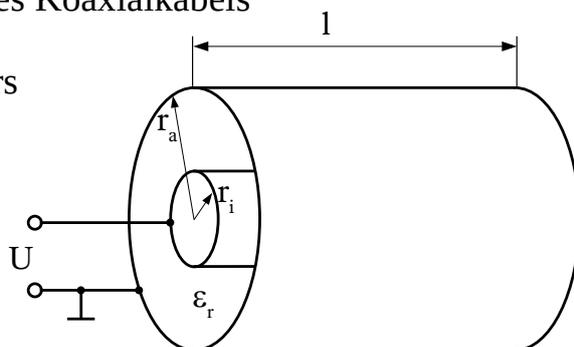
liegt eine Spannung von 100 kV an.

Der Radius des geerdeten Außenleiters beträgt $r_a = 2 \text{ cm}$.

Berechnen Sie den Potentialverlauf im Kabel durch Integration der Potentialgleichung.

Berechnen Sie die elektrische Feldstärke.

Wie groß ist der Radius des Innenleiters zu wählen, damit die Feldstärke unter 200 kV / cm bleibt?



Der Potentialverlauf wird durch Integration der Potentialgleichung bestimmt, die Integrationskonstanten aus den Randbedingungen. Die Bestimmung des Radius des Innenleiters führt auf eine transzendente Gleichung, die entweder grafisch oder mit dem NEWTONschen Näherungsverfahren gelöst wird.