

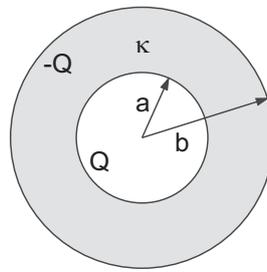
# Felder und Wellen

WS 2015/2016

## Aufgaben zum 7. Tutorium

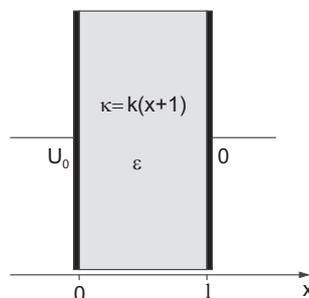
### 1. Aufgabe (\*\*)

In einem Kugelkondensator mit dem Außenradius  $b$  und dem Innenradius  $a$  befindet sich ein Dielektrikum mit der Leitfähigkeit  $\kappa$ . Auf der äußeren Kugelfläche befindet sich zum Zeitpunkt  $t = 0$  die Ladung  $-Q$ , auf der Inneren die Ladung  $Q$ . Berechnen Sie den Strom und die Spannung zwischen den Flächen als Funktion der Zeit.



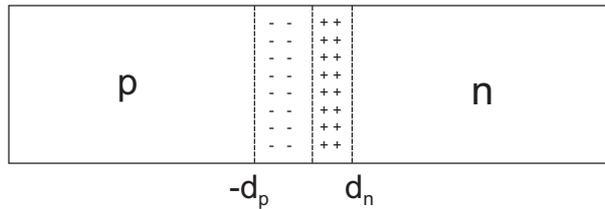
### 2. Aufgabe (\*\*)

In einem Plattenkondensator mit unendlicher Ausdehnung in der  $yz$ -Ebene befindet sich ein Medium der Leitfähigkeit  $\kappa = k(x + 1)$ . Die linke Platte befindet sich auf dem Potential  $\Phi = U_0$ , die Rechte auf dem Potential  $0$ . Berechnen Sie die Stromdichte  $\vec{j}$ , sowie das  $\vec{E}$ -Feld im Kondensator. Berechnen Sie auch die Raumladungsdichte im Medium. Betrachten Sie jetzt endlich große Platten der Fläche  $A$  (die Platten seien so groß, daß sich nichts an den Feldern ändert). Berechnen Sie die zur Aufrechterhaltung des Stromes benötigte Leistung.  $\varepsilon$  ist überall konstant.



### 3. Aufgabe (\*\*\*)

p-n Übergang im Halbleiter: ein p-n Übergang hat im Bereich  $-d_p \leq x \leq 0$  die Ladungsdichte  $\rho_p = -e N_A$  und im Bereich  $0 < x \leq d_n$  die Ladungsdichte  $\rho_n = e N_D$ , wobei  $N_D$  und  $N_A$  die Konzentrationen der Donator- und Akzeptoratom sind, und  $e$  die Elementarladung. Es gilt  $\Phi(-d_p) = 0$  sowie  $\vec{E} = 0$  für  $x < -d_p$  und  $x > d_n$ . Berechnen Sie den Verlauf des Potentials sowie des  $\vec{E}$ -Feldes im p-n Übergang. Benutzen Sie die Poisson-Gleichung unter der Voraussetzung eines 1-dim. Problems (nichts hängt von  $y, z$  ab).



Anmerkung: Die Aufgabe gibt einen kleinen Ausblick auf eine praktische Anwendung für das bisher in Felder und Wellen gelernte. Der p-n Übergang ist als solches aus der Vorlesung Elektronische Schaltungen bekannt. Er wird in fast jedem bekannten Halbleiterbauteil genutzt. Durch den p-n Übergang entsteht die sogenannte Raumladungszone, ein inneres Potential bzw. elektrisches Feld. Bekannt ist dieses als Durchlassspannung, die an eine klassische Diode angelegt werden muss. Hierbei muss das innere elektrische Potential „überwunden“, werden, bevor ein Strom fließen kann. Aber auch in anderen Halbleiterbauelementen wird diese Raumladungszone genutzt, z.B. ist die Raumladungszone einer Leuchtdiode (LED) der leuchtende Bereich. In einer Solarzelle ist die Raumladungszone der Bereich, in dem Photonen absorbiert werden, usw. Jeder Ingenieur, der ein Halbleiterbauelement entwirft, muss also gezielt Raumladungen einbringen, um ein gewünschtes großes/kleines E-Feld und einen bestimmten Potentialverlauf zu erhalten.

*Schwierigkeit der Aufgaben von einfach lösbar(\*) bis hin zu anspruchsvoll (\*\*\*)*.