Aufgabe 2.1.2

Eine Probe Silizium aus der obigen Tabelle wird mit einer Phosphorkonzentration von 10^{15} cm^{-3} dotiert.

Frage 1: Wie groß sind n und p sowie κ?

Hinweis: Nutze (2.3) und (2.4), vernachlässige die Änderung der Beweglichkeiten!

Frage 2: Bei der gleichen Probe (Länge 8 mm Fläche 1 mm^2) wird ein Widerstand von 400 Ω gemessen, wie groß ist die tatsächliche Beweglichkeit b_n?

Hinweis: Nach den Erfahrungen mit Frage 1 kann die Löcherleitfähigkeit vernachlässigt werden.

Zu 1:

Das Phosphoratom wirkt als **Donator**. Beo Raumtemperatur geben alle Donatoren ihr Elektronen an das Leitband ab. Somit folgt *n* = 10^{15} cm^{-3} (d.h. **N-Leitung**).

Nach dem Massenwirkungsgesetz $n \cdot p = konst$ muss *p* entsprechend abnehmen.

Kennwerte bei 300 °K		**ΔW**	**b_n**	**b_p**	**n, p (Eigenleitung)**
Germanium	Ge	0,67 eV	3900 cm^2/Vs	1900 cm^2/Vs	2,33 10^{13} cm^{-3}
Silizium	Si	1,12 eV	1500 cm^2/Vs	600 cm^2/Vs	1,6 10^{10} cm^{-3}
Galliumarsenid	GaAs	1,43 eV	8500 cm^2/Vs	400 cm^2/Vs	1,3 10^{6} cm^{-3}
Kupfer	Cu	-	40,6 cm^2/Vs	-	8,4 10^{22} cm^{-3}

$n = p = 1{,}6 \cdot 10^{10} cm^{-3}$. D.h.

$n \cdot p = n_i^2 = 2{,}56^{20} cm^{-6}$. Dieser Wert bleibt konstant.

$$p = \frac{2{,}56 \cdot 10^{20} cm^{-6}}{n} = \frac{2{,}56 \cdot 10^{20} cm^{-6}}{10^{15} cm^{-3}} = 2{,}56 \cdot 10^{5} cm^{-3}$$

Damit kann κ berechnet werden:

$$\kappa = q_0 \left(b_n n + b_p p \right) = 1{,}602 \cdot 10^{-19} As \cdot \left(1500 \frac{cm^2}{Vs} \cdot 10^{15} cm^{-3} + 600 \frac{cm^2}{Vs} \cdot 2{,}56 \cdot 10^{5} cm^{-3} \right) = 0{,}240 \frac{1}{cm \cdot \Omega}$$

Die Löcherleitfähigkeit kann vernachlässigt werden, da sie um 10 Größenordnungen kleiner ist.

Die Eigenleitung von Silizium war $5{,}38 \cdot 10^{-6} \frac{1}{cm \cdot \Omega}$.

Zu 2:

$$R = \frac{l}{\kappa \cdot A}$$

Mit $\kappa = q_0 \left(b_n n + b_p p \right)$ und $n >> p$ folgt $\kappa = q_0 \cdot b_n n$ und somit:

$$R = \frac{l}{q_0 \cdot b_n n \cdot A}$$

Nach b_n aufgelöst:

$$b_n = \frac{l}{q_0 \cdot R \cdot n \cdot A} = \frac{8mm}{1{,}602 \cdot 10^{-19} As \cdot 400\Omega \cdot 10^{15} cm^{-3} \cdot 1mm^2} = 1{,}25 \cdot 10^{3} \frac{cm^2}{Vs} > 600 \frac{cm^2}{Vs}.$$