Sommersemester 2010 **Wintersemester**	**Zahl der Blätter:** 4 **Blatt Nr.** 1
Fakultät: Informationstechnik	**Semester:** KTB2, SWB2, TIB2, IEP2
Prüfungsfach: Physik 2	**Fachnummer:** 2031 / 2032
Musterlösung	

Aufgabe 1:

a) Der Effekt ist umso deutlicher, je größere Werte cos φ annimmt. Jedoch wird $\varphi < 10^\circ$ aus technischen Gründen nicht möglich sein, da der Schallkopf sich nicht im strömenden Fluid befinden kann. Ein sinnvoller Wertebereich ist also etwa **$10^\circ \le \varphi \le 40^\circ$.**

b) Komponentenzerlegung: $v_{\parallel} = v_0 \cos\varphi$

c) Vom Teilchen registrierte Frequenz f_1 (bewegter Beobachter, ruhende Quelle):

$$f_1 = f_0\left(1+\frac{v_{\parallel}}{c}\right)$$

Vom Empfänger registrierte Frequenz f_2 (bewegte Quelle, ruhender Beobachter)

$$f_2 = f_1 \cdot 1 \Big/ \left(1-\frac{v_{\parallel}}{c}\right)$$

Also ist $$f_2 = f_0 \cdot \frac{\left(1+v_{\parallel}/c\right)}{\left(1-v_{\parallel}/c\right)} = f_0 \cdot \frac{\left(c+v_{\parallel}\right)}{\left(c-v_{\parallel}\right)}$$

und die Frequenzdifferenz $$\Delta f = f_2 - f_0 = f_0\left(\frac{\left(c+v_{\parallel}\right)}{\left(c-v_{\parallel}\right)}-1\right) = f_0\left(\frac{2v_{\parallel}}{\left(c-v_{\parallel}\right)}\right)$$

Für $v_{\parallel} << c$ gilt in guter Näherung $$\Delta f = f_0\left(\frac{2v_{\parallel}}{c}\right) = f_0\,\frac{2v_0}{c}\cos\varphi$$

d) Wellenlänge $\lambda = c/f = 0{,}308\cdot 10^{-3}\ \mathrm{m}$

Wellenzahl $k = 2\pi/\lambda = 20400\ \mathrm{m}^{-1}$

e) Frequenzdifferenz $\Delta f = 390\ \mathrm{Hz}$

f) Intensität $I = p_{eff}^2 / Z_m$ mit dem Schallwellenwiderstand $Z_m = \rho\cdot c$

Hier ist $Z_m = 1{,}62\cdot 10^6\ \mathrm{kg/m^2s}$ (im umgebenden Medium)

Somit $p_{eff}^2 = Z_m \cdot I$ und damit folgt $p_{eff} = 40212\,\mathrm{Pa} = 0{,}402\,\mathrm{bar}$

g) Schallwellenwiderstand des Fluids: $Z_f = 1{,}54\cdot 10^6\ \mathrm{kg/m^2s}$

Intensität des reflektierten Anteils $$\frac{I_2}{I_0} = \left(\frac{(Z_f - Z_m)}{(Z_f + Z_m)}\right)^2 = 6{,}4\cdot 10^{-4}$$

Pegeldifferenz $$\Delta L = 10\lg\left(\frac{I_2}{I_0}\right)\mathrm{dB} = -32\ \mathrm{dB}$$

Aufgabe 2

a) EES: $\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_0^2 + eU = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \rightarrow v_0 = 2{,}08 \cdot 10^5 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

b) Gleichmäßig beschleunigte Bewegung $\rightarrow a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

mit $a = \frac{F}{m} = \frac{eE}{m} = \frac{eU}{md_1} = 192{,}24 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$ und $\Delta v = v_1 - v_0 = 0{,}42 \cdot 10^5 \ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$

$\rightarrow \Delta t = \frac{\Delta v}{a} = 218{,}5 \ \mathrm{ns}$

c) Geschwindigkeitsfilter → Nur Ionen mit einer Geschwindigkeit v_1 durchlaufen den Kondensator ohne Ablenkung ($F_e = qE = qvB_1 = F_L$)

d) F_L im Magnetfeld B_2 → Zentripetalkraft auf Ionen → Ionen werden auf Kreisbahn mit konstantem Radius gezwungen → Einziger Parameter für Ausprägung der unterschiedlichen Radien: spezifische Ladung q/m.

e) Es gilt: $F_Z = F_L \rightarrow q \cdot v \cdot B_2 = \frac{m \cdot v^2}{r} \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{v}{B_2 \cdot r}$

v ergibt sich dabei durch das Geschwindigkeitsfilter gemäß c):

$F_e = F_L \rightarrow q \cdot E = q \cdot v \cdot B_1 \rightarrow v = \frac{E}{B_1}$

Einsetzen liefert:

$\frac{q}{m} = \frac{E}{r \cdot B_1 \cdot B_2}$ mit $r = \frac{MP_1}{2} \rightarrow \frac{q}{m} = \frac{2E}{MP_1 \cdot B_1 \cdot B_2}$ q.e.d.

Aufgabe 3:

a) Die Hallspannung ist

$$U_H = \frac{I_{st}}{n \cdot e \cdot d} B$$

Daraus folgt für die Ladungsträgerdichte

$$n = \frac{I_{st}}{U_H \cdot e \cdot d} B = 1{,}0 \cdot 10^{16} \frac{1}{cm^3}$$

b) Relativer Größtfehler der Ladungsträgerdichte

$$\left|\frac{\Delta n}{n}\right| = \left|\frac{\Delta I_{st}}{I_{st}}\right| + \left|\frac{\Delta U_H}{U_H}\right| + \left|\frac{\Delta B}{B}\right| = \frac{0{,}1\ mA}{10\ mA} + 0{,}01 + \frac{0{,}05\ T}{1\ T} = 0{,}07$$

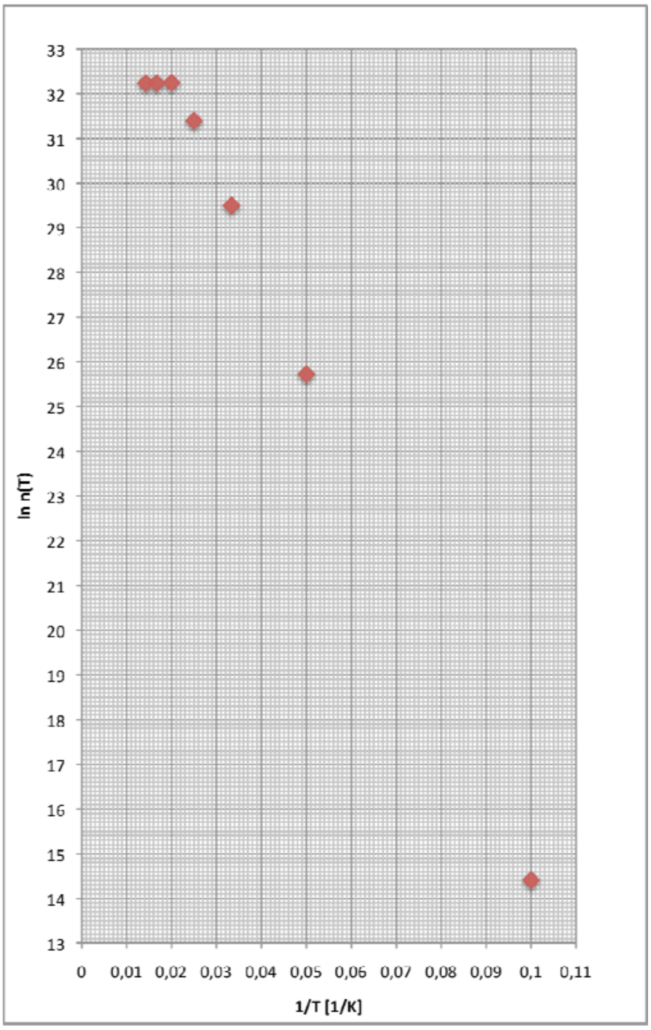
Daraus folgt $\Delta n = 0{,}07 \cdot n = 7 \cdot 10^{14} \frac{1}{cm^3}$

und damit

$$n = (1{,}00 \pm 0{,}07) \cdot 10^{16} \frac{1}{cm^3}$$

c)

1/*T* in 1/K	ln *n(T)*
0,0143	32,2351
0,0167	32,2382
0,02	32,2461
0,025	31,3945
0,033	29,4982
0,05	25,7252
0,1	13,9819



d) Das Plateau entsteht dadurch, dass alle Störstellen ionisiert sind, die Energie der Valenzbandelektronen aber noch nicht ausreicht, um in nennenswerter Zahl ins Leitungsband angeregt zu werden.

e) Einzeichnen der Regressionsgeraden in die Zeichnung

f) Die temperaturabhängige Ladungsträgerdichte ist

$$n(T) = \sqrt{\frac{n_D \cdot N_L}{2}} \cdot e^{-\frac{E_D}{2kT}}$$

Logarithmieren führt auf

$$\ln n(T) = \frac{1}{2} \ln \frac{n_D \cdot N_L}{2} - \frac{E_D}{2kT}$$

Der erste Term fällt weg, wenn man die logarithmierte Ladungsträgerdichte bei zwei Temperaturen voneinander abzieht. Auflösen nach E_D führt schließlich auf

$$E_D = -2k \cdot \frac{\ln(n(T_2)/n(T_1))}{\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1}}$$

Setzt man die Werte für T_1=10 K und T_2=40 K ein, so kommt man auf

$$E_D = -2 \cdot 1{,}38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot \frac{31{,}3945 - 19{,}4088}{0{,}025\frac{1}{K} - 0{,}1\frac{1}{K}} = 6{,}2507 \cdot 10^{-21} J = 39{,}02\, meV$$