Institutt for fysikk, NTNU
FY1013 Elektrisitet og magnetisme II
Høst 2005

Løsningsforslag til øving 1

Veiledning mandag 29. og onsdag 31. august

a) Sammenhengen mellom $\vec{v}$, μ, $\vec{E}$ og $\vec{B}$ er oppgitt, så det er bare å sette inn:

$$\begin{aligned}
v_{nx} &= -\mu_n E_x \\
v_{px} &= \mu_p E_x \\
v_{ny} &= -\mu_n \left(E_y - v_{nx} B_z\right) \\
&= -\mu_n \left(E_y + \mu_n E_x B_z\right) \\
v_{py} &= \mu_p \left(E_y - v_{px} B_z\right) \\
&= \mu_p \left(E_y - \mu_p E_x B_z\right)
\end{aligned}$$

Her har vi neglisjert $v_{ny}B_z$ og $v_{py}B_z$ i forhold til E_x, som antydet i oppgaveteksten. Vi bruker altså "ikke for sterkt" magnetfelt.
b) Strømtettheten i y-retningen blir:

$$\begin{aligned}
j_y &= -nev_{ny} + pev_{py} \\
&= ne\mu_n(E_y + \mu_n E_x B_z) + pe\mu_p(E_y - \mu_p E_x B_z) \\
&= eE_y(n\mu_n + p\mu_p) + eE_x B_z(n\mu_n^2 - p\mu_p^2)
\end{aligned}$$

Da gjenstår bare å uttrykke E_x ved hjelp av j_x,

$$j_x = -nev_{nx} + pev_{px} = eE_x(n\mu_n + p\mu_p),$$

og sette $j_y = 0$:

$$j_y = eE_y(n\mu_n + p\mu_p) + \frac{j_x B_z}{n\mu_n + p\mu_p}(n\mu_n^2 - p\mu_p^2) = 0$$

Hall-konstanten blir dermed:

$$R_H \equiv \frac{E_y}{j_x B_z} = \frac{p\mu_p^2 - n\mu_n^2}{e(p\mu_p + n\mu_n)^2}$$

c) I en n-type halvleder er $n \gg p$, slik at vi kan neglisjere $p\mu_p$ i forhold til $n\mu_n$. Dermed:

$$R_H \simeq -\frac{1}{ne}$$

I en p-type halvleder er $p \gg n$, og $n\mu_n$ kan neglisjeres:

$$R_H \simeq \frac{1}{pe}$$