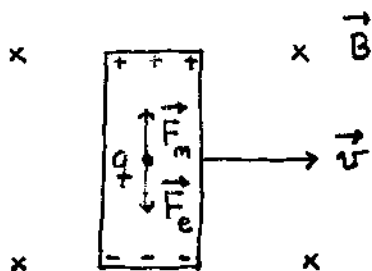


(A8.7 24.9)

12-02-03 Hall-effekten (E. Hall, 1879, student ved Johns Hopkins University)

Fra i høst: Leder i bevegelse i magnetfelt



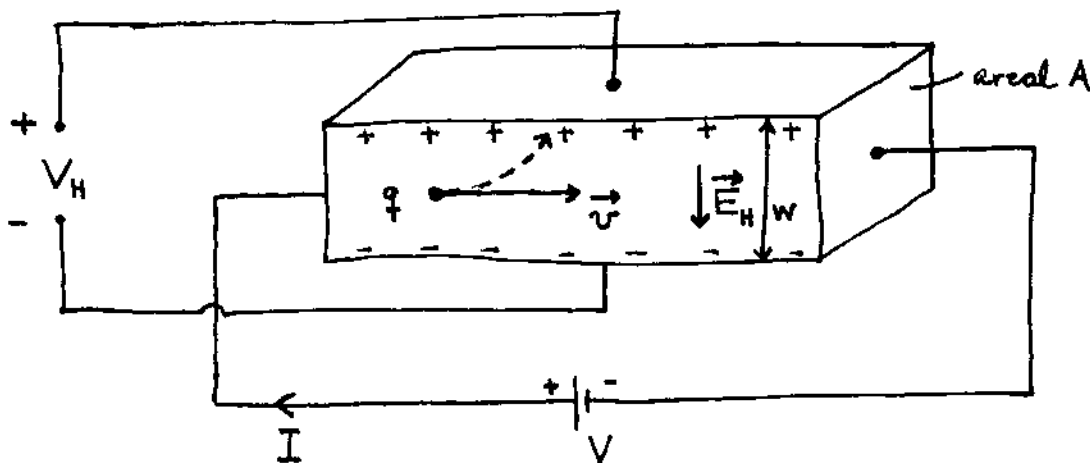
Likevekt når $\vec{F}_e + \vec{F}_m = 0$

$$\Rightarrow qE = qvB$$

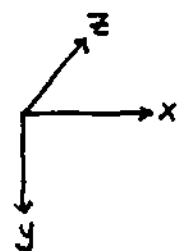
$$\Rightarrow E = vB$$

Tilsvarende

(Samme) fysikk nå: Strøm gjennom rektangulær plate



$$\vec{B} = B \hat{z}$$



Anta $q > 0$.

$$\vec{F}_m = q\vec{v} \times \vec{B} = qvB(\hat{x} \times \hat{z}) = -qvB\hat{y}$$

\Rightarrow overskudd av positiv ledning øverst, negativ ledning nederst

\Rightarrow induert elektrisk felt \vec{E}_H rettet nedover

$$\text{Likevekt når } \vec{F}_m + q\vec{E}_H = 0 \Rightarrow \vec{E}_H = vB\hat{y} \quad (\text{"Hall-feltet"})$$

Målt spenning på tvers av platen:

$$V_H = E_H \cdot w = vBw \quad (\text{Hall-spenningen})$$

Uttrykker driftshastigheten \vec{v} ved strømledningen \vec{j} :

$$\vec{j} = \frac{I}{A} = \frac{1}{A} \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Tetthet av ledningsbærere: n

⇒ Ladning (mobil!) i volum $A \cdot \Delta x$: $\Delta Q = n \cdot A \cdot \Delta x \cdot q$

$$\Rightarrow j = \frac{1}{A} \frac{n A \Delta x q}{\Delta t} = n q v$$

$$\Rightarrow v = j / n q$$

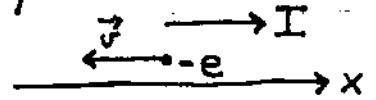
Dermed:
$$V_H = \frac{1}{n q} j B w \quad (E_H = \frac{1}{n q} j B)$$

⇒ Måling av V_H gir tettheten av mobile ladninger n

($R_H = 1/nq =$ Hall-konstanten)

Hva hvis $q < 0$? (Elektroner: $q = -e$)

$$\vec{v} = -v \hat{x}, \quad q = -e$$



$$\Rightarrow \vec{F}_m = q \vec{v} \times \vec{B} = e v B (\hat{x} \times \hat{z}) = -e v B \hat{y}$$

⇒ overskudd av negativ ladning øverst

⇒ \vec{E}_H rettet oppover

⇒ motsett fortegn på V_H

⇒ Måling av V_H gir også fortegnet på de mobile ladningene

$$q > 0 \text{ ?! ?}$$

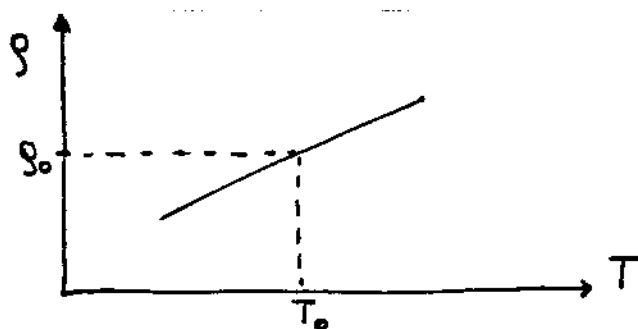
(atomnr. Z)

Viv et: Platen består av atomer som igjen består av atomkjerne med positiv ladning $(+Ze)$ og Z elektroner, hvor med negativ ladning $-e$. I et fast stoff sitter atomkjernene (og de innerste elektronene) i faste posisjoner (typisk ordnet struktur, gitter). Kun de ytterste elektronene (typisk 1 eller 2 pr atom) kan være mobile i det faste stoffet.

Dermed: Hvordan forklare $\rho > 0$ i et Hall-forsøet?

Resistivitetsens temperaturafhængighed (LHL 21.2)

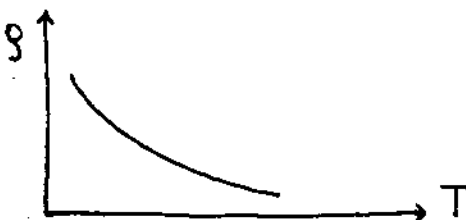
Elektrisk leder (metall): $\rho(T) = \rho_0 \{1 + \alpha(T - T_0)\}$



T_0 : referansetemp.
(f.eks. 300 K)

Naturlig forklaring:

Økende $T \Rightarrow$ kraftigere gittervibrasjoner \Rightarrow hyppigere kollisioner mellem mobile elektroner og gitteret \Rightarrow redusert driftshastighet \Rightarrow høyere ρ

Halvledere (Si, Ge): 

Hvordan forklare redusert ρ for økende T ?