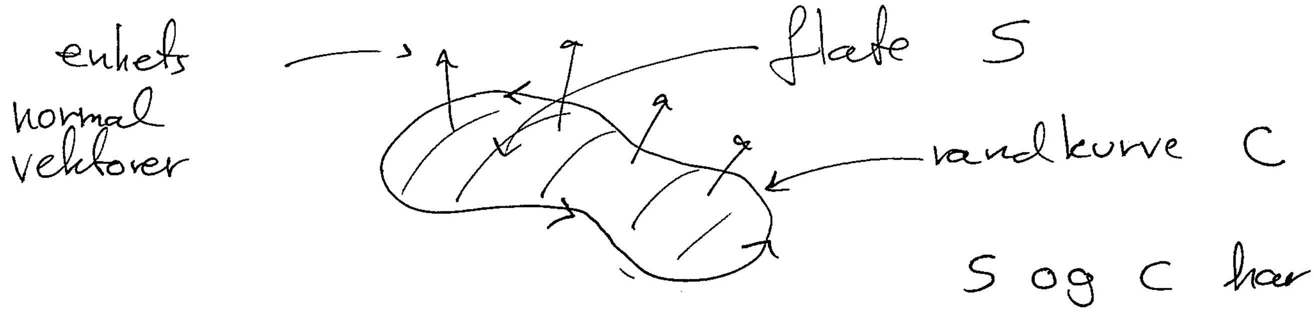
onsdag 29 april 2009

Ampers lov



S og C har kompatibel orientering.

$$\int_C \vec{B} \cdot d\ell = \mu_0 \cdot I_{tot}$$

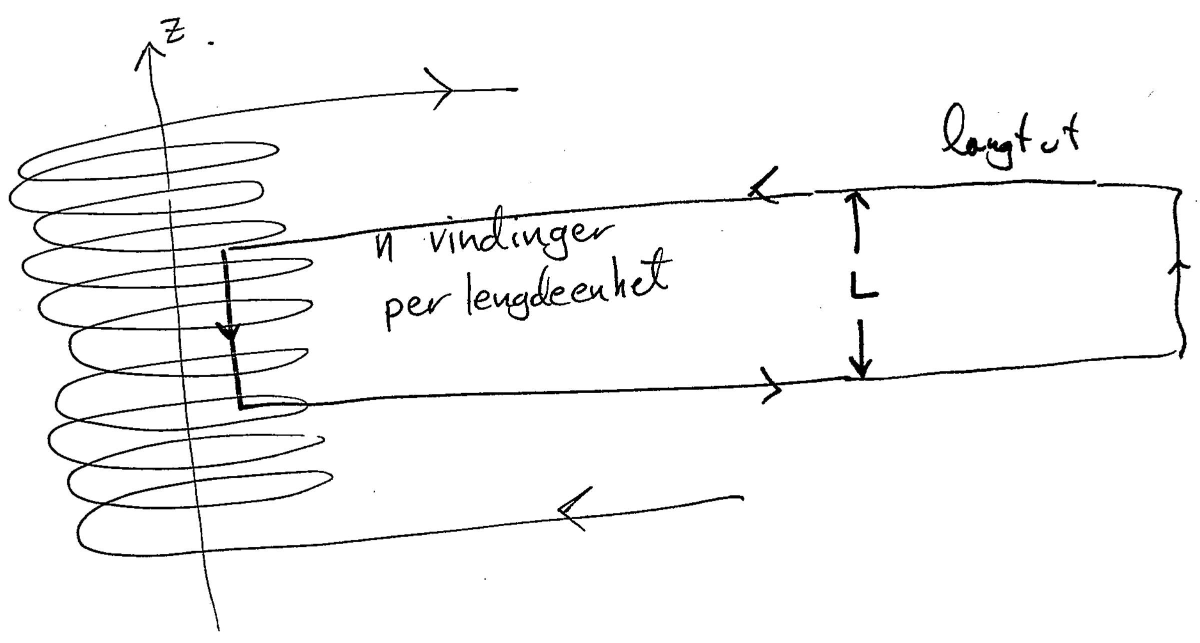
$$= \mu_0 \int_S \vec{J} \cdot \vec{n} \, dA$$

hvor I_{tot} er strøm ut av flaten S

Ampers lov forutsetter at den elektriske fluksen Φ_{el} gjennom flaten S er konstant

$$\left(\frac{d}{dt} \Phi_{el} = 0 \right)$$

Anvendelse



Linje integralet av $\vec{B}$ langs de horisontale linjene kanselerer hverandre (integralene går i motsatt retning)

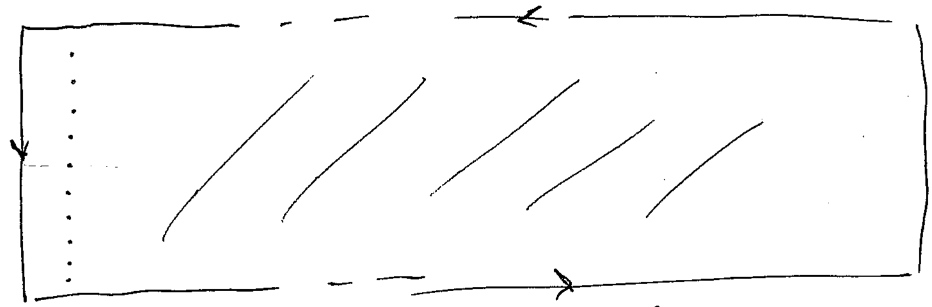
Linje integralet av det vertikale linjestykke til høyre er like fordi magnetfeltet er svakt langt fra spolen.

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = \text{int. av linjestykke i spolen.}$$

B peker nedover og uavhengig av z (høyden) inne i spolen.

$$\oint_C \vec{B}\cdot d\vec{l} = B \cdot L$$

Ved Ampers lov er dette like $\mu_0 \cdot I_{tot}$.



normalvektorene peker utover (ved høyrehandsregelen)

$$\mu_0 \cdot \underbrace{I \cdot \overbrace{n}^{\text{antall ganger ledningen går gjennom flaten.}} \cdot L}_{I_{tot}}$$

(strøm og normalvektorene til flaten har samme retning)

Så $\oint B \cdot \cancel{L} = \mu_0 I \cdot n \cdot \cancel{L}$

$$\underline{B = I \cdot n \cdot \mu_0}$$

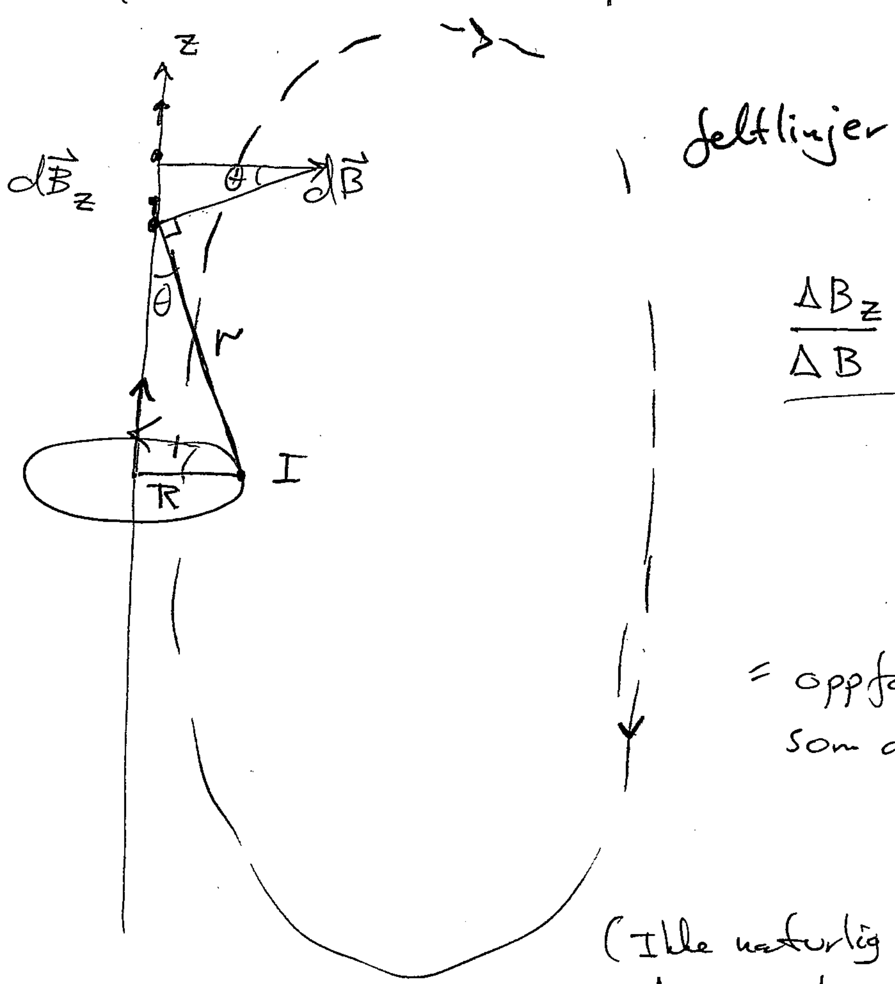
Eks spole med $n = 10^4$

$I = 1\,A$

$$B = 10^4 \cdot 1 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} = \underline{4\pi \cdot 10^{-3}\,T}$$

Biot-Savarts lov

$$d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot \frac{I\,d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$$



$$\underline{\frac{\Delta B_z}{\Delta B} = \frac{R}{r}}$$

= oppfører seg som dipol?

(Ikke naturlig å bruke Ampers lov i dette eksempelet.)

Magnetfelt langs z-aksen.
De horisontale komponentene til $d\vec{B}$ kanselerer.

(i z-retning)

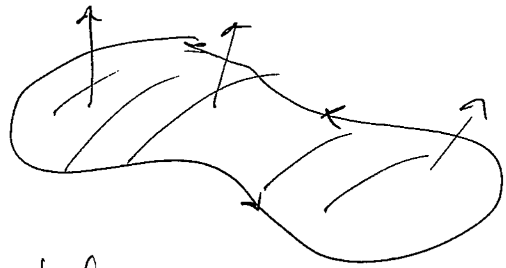
$$\vec{B} = \int d\vec{B}_z = \int \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{dl \cdot r}{r^3} \cdot \frac{R}{r}$$

$$= \frac{\mu_0}{4\pi} \cdot I \frac{R}{r^3} \int dl = \frac{\mu_0}{4\pi} I \cdot \frac{R}{r^3} \cdot 2\pi \cdot R$$

$$\vec{B} = \underline{\frac{\mu_0}{2} \cdot I \cdot \frac{R^2}{r^3}}\ \vec{k}$$

Induksjon

Endring i magnetisk fluks gir en elektromotorisk spenning.



flate S

randkurve C

S og C har kompatibel orientering

$\mathcal{E}$ = elektromotorisk spenning rundt kurven C

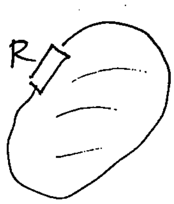
$$= \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l}$$

ϕ_{mag} = Fluks av $\vec{B}$ gjennom flaten S.

Faradays lov: $\underline{\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}\phi_{mag}}$

$$\underbrace{\oint_C \vec{E} \cdot dl}_{\mathcal{E}} = -\frac{d}{dt} \underbrace{\int_S \vec{B} \cdot \vec{n}\, dA}_{\phi_{mag}}$$

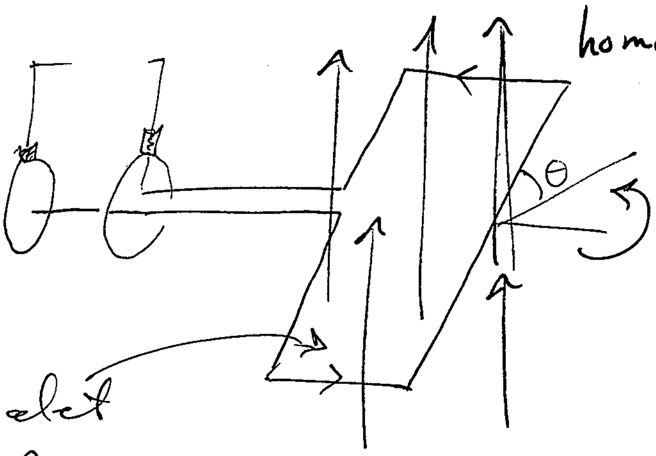
(Faradays lov forutsetter at bare en liten strøm går i løkken.



R er stor
motstanden)

Vi kan endre fluksen Φ_{mag} ved å endre magnetfeltet $\vec{B}$ eller kurven C (eller begge deler).

Eksempel Elektrisk strøm generator



$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}\Phi_{mag}$$

$$\Phi_{mag} = B \cdot a \cdot \cos\theta = B \cdot a \cdot \cos(\omega \cdot t)$$

$$\mathcal{E} = -\frac{d}{dt}\left(B \cdot a \cdot \cos(\omega t)\right)$$

$$= -Ba \cdot (-\sin(\omega t) \cdot \omega)$$

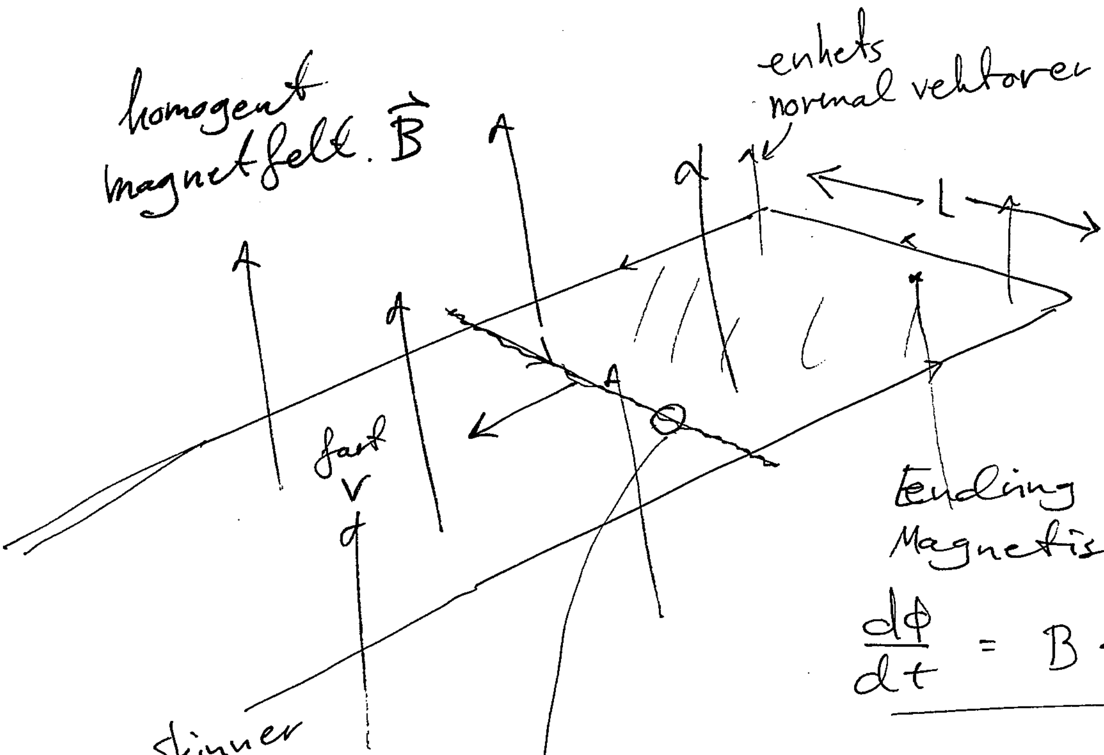
$$= \underline{B \cdot a \cdot \omega \cdot \sin(\omega t)}$$

Ved å bruke en spole med N vindinger

får vi $\mathcal{E} = N \cdot B \cdot a \cdot \omega \sin(\omega t)$

For å avgjøre hvilke retning den induserte strømmen går er følgende nyttig:

<u>Lenz lov</u> Den induserte strømmen (og dets magnetfelt) motsetter seg fluksforandringen.

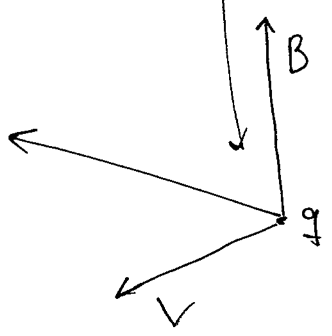


Endring i Magnetisk fluks

$$\frac{d\phi}{dt} = B \cdot L \cdot V$$

$\vec{F} = -qV \cdot B$

(minus siden det er mot retningen til kurven)



Kraft per ladningsenhet:

$$-\frac{qVB}{q} = -V \cdot B.$$

indusert elektrisk felt $E = -V \cdot B$.

$$\mathcal{E} = \int \vec{E} \cdot d\vec{l} = E \cdot L = -\underline{V \cdot B \cdot L}$$

Vi ser at $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_{mag}}{dt}$