

## SIF4012 og MNFFY103 høst 2002: Sammendrag uke 43

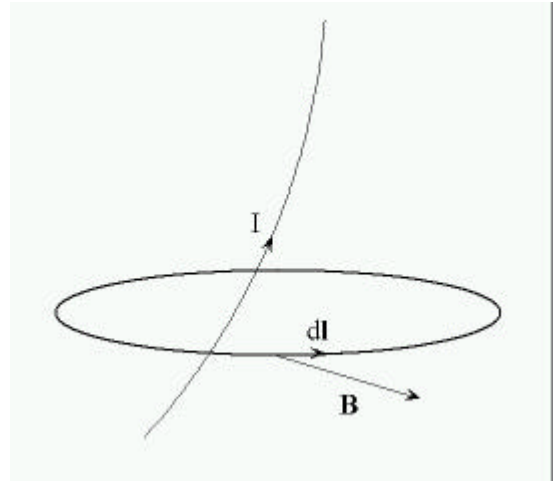
(Alonso&Finn 26.2, 26.3, 26.9)

### Amperes lov

På integralform:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$$

der  $I$  = total elektrisk strøm som omslutes av den lukkede kurven



Med Stokes' teorem anvendt på venstre side av ligningen ovenfor,

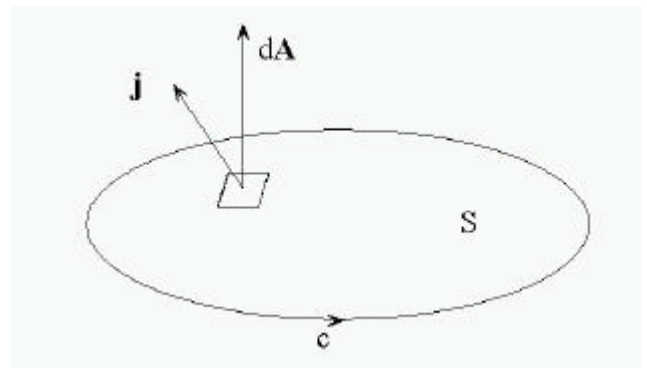
$$\oint_c \vec{B} \cdot d\vec{l} = \int_S (\nabla \times \vec{B}) \cdot d\vec{A}$$

og dessuten at

$$I = \int_S \vec{j} \cdot d\vec{A}$$

( $\vec{j}$  = strømtettheten, dvs strøm pr flateenhet)  
får vi, ettersom den lukkede kurven  $c$  og den omsluttete flaten  $S$  er vilkårlige, Amperes lov på differensialform:

$$\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$$



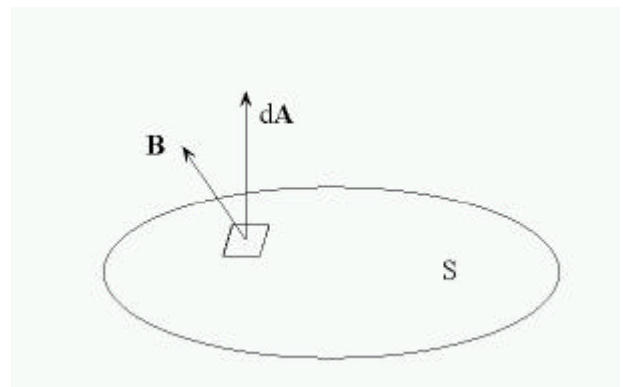
### Magnetisk fluks

Magnetisk fluks gjennom differensielt flatelement  $dA$ :

$$d\Phi_B = B \cos \theta dA = \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

Total magnetisk fluks gjennom flaten  $S$ :

$$\Phi_B = \int_S \vec{B} \cdot d\vec{A}$$



### Gauss lov for magnetfeltet

Magnetiske "monopoler" finnes ikke. Dermed blir magnetiske feltlinjer alltid *lukkede*. Dermed må vi ha for en *lukket flate*:

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$$

Samtlige feltlinjer som går *inn* gjennom den lukkede flaten må også komme *ut* igjen. M.a.o: Netto magnetisk fluks gjennom en lukket flate må alltid være lik null.

Integralformen av Gauss lov for magnetfeltet kan, på samme måte som vi gjorde med Gauss lov for det elektriske feltet, ved hjelp av divergensteoremet,

$$\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int_V (\nabla \cdot \vec{B}) dV$$

omformes til

$$\nabla \cdot \vec{B} = 0$$

som er Gauss lov på differensialform.

### Maxwells ligninger for statiske elektriske og magnetiske felt

Ligningene ovenfor sammen med de tilsvarende for det elektrostatiske feltet (se uke 37) utgjør Maxwells ligninger for statiske, dvs tidsuavhengige, elektriske og magnetiske felt:

| Integralform                                               | Differensialform                                 | Navn            |
|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------|
| $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{in}}{\epsilon_0}$ | $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ | Gauss lov for E |
| $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$                         | $\nabla \cdot \vec{B} = 0$                       | Gauss lov for B |
| $\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$                         | $\nabla \times \vec{E} = 0$                      | --              |
| $\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 I$                   | $\nabla \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j}$          | Amperes lov     |

Kjenner vi "kildene", dvs fordelingen av ladninger og strømmer, utgjør disse ligningene oppskriften for å beregne de resulterende feltene  $\vec{E}$  og  $\vec{B}$ . I tillegg har vi Lorentzkraften,  $\vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B})$ , til å bestemme hvorledes en "testladning"  $q$  med hastighet  $\vec{v}$  påvirkes av feltene.

Etter at vi har behandlet temaet *magnetisering*, dvs mediers respons på et ytre magnetfelt, skal vi se hvordan Maxwells ligninger kan skrives på en form som inkluderer effekten av polarisering og magnetisering.