

NOREGS TEKNISK-  
NATURVITSKAPLEGE UNIVERSITET  
INSTITUTT FOR FYSIKK

Kontakt under eksamen:  
Jon Andreas Støvneng  
Telefon: 73 59 36 63 / 41 43 39 30

EKSAMEN  
TFY4155 ELEKTROMAGNETISME  
FY1003 ELEKTRISITET OG MAGNETISME  
Tirsdag 31. mai 2005 kl. 0900 - 1300  
Nynorsk

Hjelpemiddel: C

- K. Rottmann: Matematisk formelsamling (eller tilsvarende)
- O. Øgrim og B. E. Lian: Størrelser og enheter i fysikk og teknikk, eller B. E. Lian og C. Angell: Fysiske størrelser og enheter.
- Typegodkjend reknemaskin, med tomt minne, i samnhøve med liste utarbeidd av NTNU. (HP30S eller liknande.)

Side 2 - 5: Oppgåve 1 - 5.  
Vedlegg 1 - 3: Formelsamling.

Prøva inneheld i alt 10 deloppgåver (1a, 1b, 1c, 2, 3a, 3b, 3c, 4, 5a, 5b). Kvar av dei 10 deloppgåvene vil få like stor vekt under vurderinga. Vektorar er skrivne med **feite** typar. Einingsvektorar er skrivne med hatt over symbolet. Dersom ikkje anna er skrive, kan du gå ut frå at det omgjevande mediet er luft (vakuum), med permittivitet  $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m og permeabilitet  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m. I oppgåver der tallverdiar finns for alle naudsynte storleikar, skal tallsvar reknas ut. I oppgåver der det ikkje er bede uttrykkjeleg om utgreiing eller bevis, kan formalar og resultat frå læreboka, førelesingane eller rekneøvingane nyttas utan utgreiing, om du hugsar dei. Dette gjeld til døme oppgåvene 1b, 1c og 2.

Sensuren er klar føre 21. juni.

## Formelsamling

$\int d\mathbf{A}$  angjev flateintegral og  $\int d\mathbf{l}$  angjev linjeintegral.  $\oint$  angjev integral over lukka flate eller rundt lukka kurve. Gildskapsomkverven til formlane og dei ulike symbola si meining reknar ein med er kjende.

*Elektrostatikk*

- Coulomb sin lov:

$$\mathbf{F} = \frac{qq'}{4\pi\epsilon_0 r^2} \hat{r}$$

- Elektrisk felt og potensial:

$$\mathbf{E} = -\nabla V$$

$$\Delta V = V_B - V_A = -\int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

- Elektrisk potensial frå punktladning:

$$V = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

- Elektrisk fluks:

$$\phi_E = \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$$

- Gauss sin lov for elektrisk felt:

$$\epsilon_0 \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = q$$

$$\oint \mathbf{D} \cdot d\mathbf{A} = q_{\text{fri}}$$

- Elektrostatisk felt er konservativt:

$$\oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

- Elektrisk forskuving:

$$\mathbf{D} = \epsilon_0 \mathbf{E} + \mathbf{P} = \epsilon_r \epsilon_0 \mathbf{E} = \epsilon \mathbf{E}$$

- Elektrisk dipolmoment:

$$\mathbf{p} = q\mathbf{d}$$

- Elektrisk polarisering = elektrisk dipolmoment pr volumeining:

$$\mathbf{P} = \frac{\Delta \mathbf{p}}{\Delta V}$$

- Kapasitans:

$$C = \frac{q}{V}$$

- Energitetleik i elektrisk felt:

$$u_E = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2$$

### *Magnetostatikk*

- Magnetisk fluks:

$$\phi_m = \int \mathbf{B} \cdot d\mathbf{A}$$

- Gauss sin lov for magnetfeltet:

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

- Ampère sin lov:

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

$$\oint \mathbf{H} \cdot d\mathbf{l} = I_{\text{fri}}$$

- Magnetfelt frå straumførande leiar (Biot–Savart sin lov):

$$\mathbf{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \int \frac{d\mathbf{l} \times \hat{r}}{r^2}$$

- $\mathbf{H}$ -feltet:

$$\mathbf{H} = \frac{1}{\mu_0} \mathbf{B} - \mathbf{M} = \frac{1}{\mu_r \mu_0} \mathbf{B} = \frac{1}{\mu} \mathbf{B}$$

- Magnetisk dipolmoment:

$$\mathbf{m} = I \mathbf{A}$$

- Magnetisering = magnetisk dipolmoment pr volumeining:

$$\mathbf{M} = \frac{\Delta \mathbf{m}}{\Delta V}$$

### Vedlegg 3 av 3

- Magnetisk kraft på rett straumførande leiar:

$$\mathbf{F} = I \mathbf{L} \times \mathbf{B}$$

- Energitetleik i magnetfelt:

$$u_B = \frac{1}{2\mu_0} B^2$$

### *Elektrodynamikk og elektromagnetisk induksjon*

- Faraday (–Henry) sin lov:

$$\mathcal{E} = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l} = -\frac{d\phi_m}{dt}$$

- Ampère–Maxwell sin lov:

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{l} = \mu_0 I + \mu_0 \varepsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt}$$

- Sjølvinduktans:

$$L = \frac{\phi_m}{I}$$

- Gjensidig induktans:

$$M_{12} = \frac{\phi_1}{I_2}, \quad M_{21} = \frac{\phi_2}{I_1}, \quad M_{12} = M_{21} = M$$

- Energitetleik i elektromagnetisk felt:

$$u = \frac{1}{2} \varepsilon_0 E^2 + \frac{1}{2\mu_0} B^2$$