

# Flervalgsoppgave. Eks. 2015.

**1-15.** En harmonisk elektromagnetisk bølge i vakuum har et elektrisk felt med komponent bare i  $x$ -retning, og komponenten er  $E_x = E_0 \cos(ky + \omega t)$ . Denne bølgen forplanter seg i

- 12 A) positiv  $z$ -retning
- 5 B) negativ  $z$ -retning
- 17 C) positiv  $y$ -retning
- 107 D) negativ  $y$ -retning
- 4 E) ingen av disse retningene.
- 19 Blank

$$\cos(ky + \omega t)$$

Besvart: 68 % rett

Karakterskala:



**1-16.** På et visst punkt i et medium varierer elektrisk og magnetisk felt harmonisk med tida. På et visst tidspunkt er  $\vec{E} = (6, 20 \cdot 10^3 \text{ V/m}) \hat{i}$  og  $\vec{B} = (3, 60 \cdot 10^{-5} \text{ T}) \hat{k}$ . Bølgefarta i mediet er

- 1 A)  $581 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- 8 B)  $223 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
- 17 C)  $223 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$
- 112 D)  $172 \cdot 10^6 \text{ m/s}$
- 9 E)  $300 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .
- 17 Blank

$$c = E/B = 172 \cdot 10^6 \text{ m/s}$$

Besvart: 70 % rett

# Flervalgsoppgave. Eks. 2016.

1-22. En lysstråle går i positiv  $x$ -retning. Den elektriske feltvektoren

- 7 A) kan oscillere i hvilken som helst retning i rommet
- 13 B) må oscillere i  $z$ -retningen
- 9 C) må oscillere i  $x$ -retningen
- 122 D) må oscillere i  $yz$ -planet
- 9 E) må ha en konstant komponent i  $x$ -retningen.
- 2 Blank

$E$  normal på  $x$ -retning.  
vandreretning =  $E \times B$ .

70 % rett

1-23. Hvilken påstand er sann?

- 5 A) Både  $\vec{B}$  og  $\vec{E}$  i en elektromagnetisk bølge må tilfredsstille bølgelikningen.
- 7 B) Fasefaktoren til en bølge som vandrer i negativ  $z$ -retning er  $(kz + \omega t)$ .
- 13 C) Farten til en elektromagnetisk bølge i vakuum er gitt av  $(\epsilon_0 \mu_0)^{-1/2}$ .
- 2 D) Amplitudeverdien for  $E$  er større en amplitudeverdien for  $B$  med en faktor  $c$ .
- 144 E) Alle disse påstandene er sanne.
- 2 Blank

81 % rett

# Flervalgsoppgave. Eks. 2016.

1-19. En vekselspenning  $V(t) = V_0 \sin \omega t$  med amplitude  $V_0 = 50 \text{ mV}$  og frekvens  $f = 50 \text{ Hz}$  er koblet til en spole med induktans  $L = 50 \mu\text{H}$ . Hva blir amplituden  $I_0$  til den harmonisk varierende strømmen i kretsen?

6 A)  $I_0 = 2,18 \text{ A}$

2 B)  $I_0 = 2,79 \text{ A}$

121 C)  $I_0 = 3,18 \text{ A}$

6 D)  $I_0 = 3,79 \text{ A}$

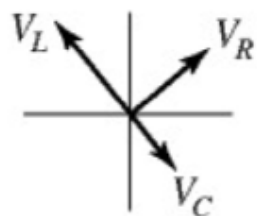
7 E)  $I_0 = 4,18 \text{ A}$

2 Blank

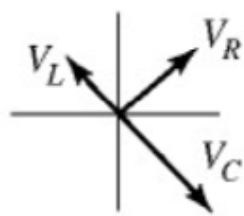
$$I = V/Z. \quad Z = i\omega L$$

71 % rett

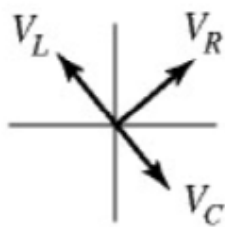
1-20. Hvilket av viserdiagrammene representerer best en  $RLC$ -krets som drives av en spenningskilde ved kretsens resonansfrekvens?



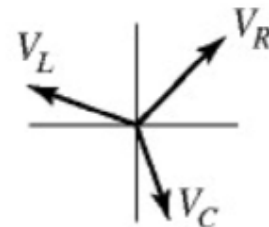
1



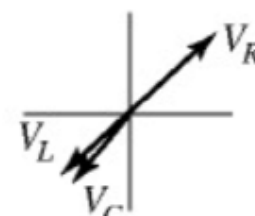
2



3



4



5

A) 1

B) 2

C) 3

D) 4

E) 5

Blank

24

11

101

1

4

8

Dårlig besvart:  
60 % rett

# Flervalgsoppgave. Eks. 2016.

1-21. To kondensatorer kobles i serie med tre kondensatorer i parallell som vist i figuren. Alle kondensatorene har kapasitans  $C$ . Hva er kretsens komplekse impedans?

12 A)  $5 \frac{1}{i\omega C}$

22 B)  $\frac{7}{2} \frac{1}{i\omega C}$

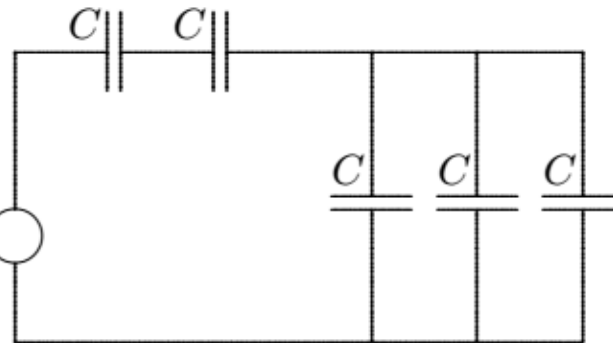
113 C)  $\frac{7}{3} \frac{1}{i\omega C}$

16 D)  $\frac{7}{3} i\omega C$

3 E)  $\frac{7}{2} i\omega C$

2 Blank

$$V(t) = V_0 \cdot e^{i\omega t}$$



Dårlig besvart:  
64 % rett

Serie:  $Z = \sum Z_i$   
Parallell:  $1/Z = \sum 1/Z_i$

$$Z_i = 1/(i\omega C)$$

Karakterskala:

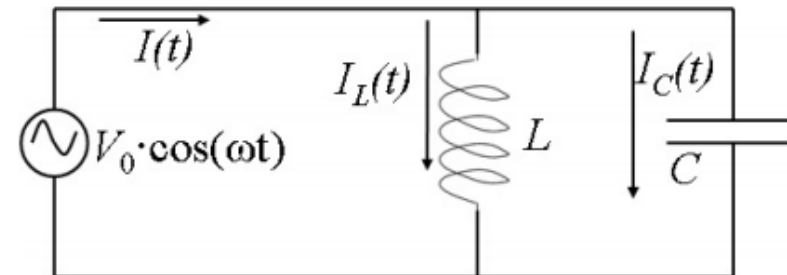
0 - - - - - 40 | 41-52 | 53-64 | 65 - 76 | 77 - 88 | 89 - 100

F | E | D | C | B | A

# Flervalgsoppgave. Eks. 2011.

g) Kretsen i figuren består av en vekselspenningskilde og en parallellkopling av en induktans og en kondensator. Strøm i de tre ulike greiner er angitt. Hvilken av de følgende påstander er sann?

- 6 A)  $I_L(t)$  har maksimal amplitude ved  $\omega = \sqrt{1/(LC)}$
- 3 B)  $I_L(t)$  har minimal amplitude ved  $\omega = \sqrt{1/(LC)}$
- 67 C)  $I(t)$  har maksimal amplitude ved  $\omega = \sqrt{1/(LC)}$
- 37 D)  $I(t)$  har minimal amplitude ved  $\omega = \sqrt{1/(LC)}$
- 4 E)  $I_C(t)$  har minimal amplitude ved  $\omega = \sqrt{1/(LC)}$



55 Blank

$$I_L = V / i\omega L$$
$$I_C = V i\omega C$$

Svært dårlig besvart:  
28 % rett

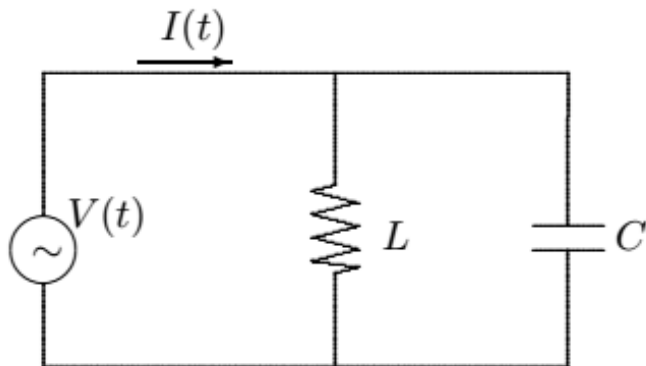
Karakterskala:

0 - - - - - 40 | 41-52 | 53-64 | 65 - 76 | 77 - 88 | 89 - 100

F | E | D | C | B | A

# Flervalgsoppgave. Eks. 2012.

## Oppgave 6. Vekselstrømskrets. (teller 10 %)



Kretsen i figuren består av en veksel(AC)spenningskilde med amplitude  $V_0$  og frekvens  $\omega$  og en parallellkopling av en induktans  $L$  og en kapasitans  $C$ .

- Ved AC-signal, hvordan uttrykkes vanligvis spenning  $V(t)$  og strøm  $I(t)$  på kompleks form?
- Sett opp uttrykk for kretsens komplekse impedans og finn herfra et uttrykk for den reelle strømamplituden  $|I_0|$  til strømmen  $I(t)$ .

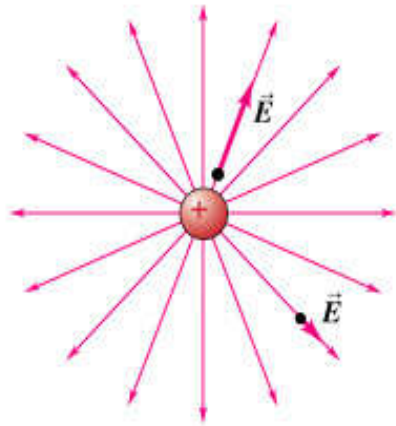
Besvart:  
63 % rett

# TFY4155/FY1003.

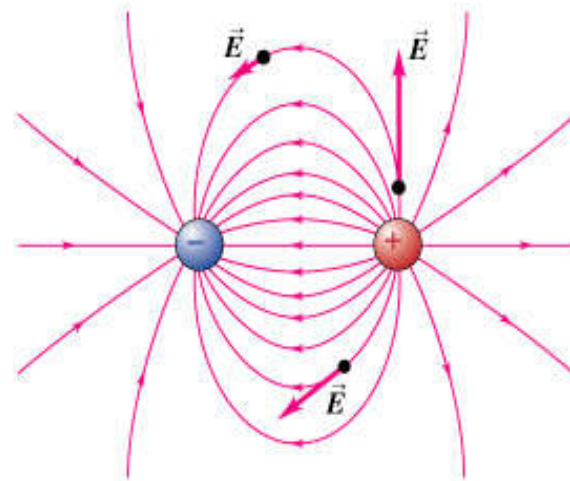
## Elektrisitet og magnetisme.

- Elektrostatikk, inkl. elektrisk strøm
- Magnetostatikk
- Elektrodynamikk inkl. bølger

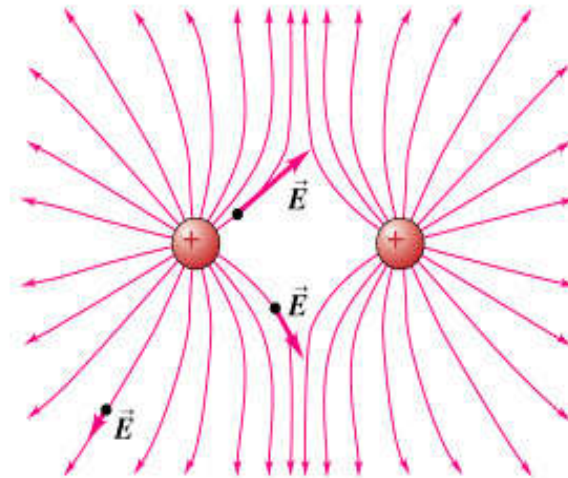
# Eksempler fra Y & F:



(a) A single positive charge  
(compare Figure 21.16)



(b) A positive charge and a negative charge  
of equal magnitude (an electric dipole)

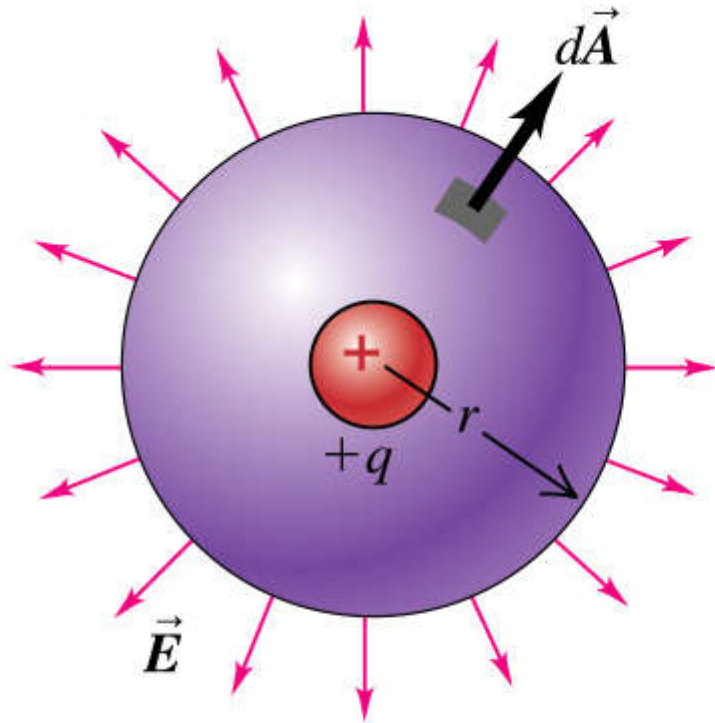


(c) Two equal positive charges

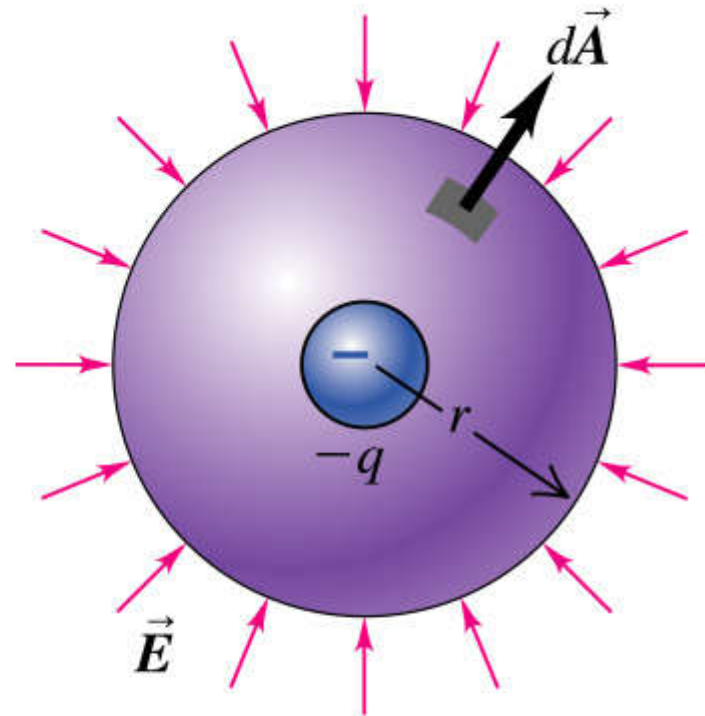
(Fig. 21.26)



Fluksen går ut fra positiv ladning  
Fluksen går inn mot negativ ladning



(a) Gaussian surface around positive charge:  
positive (outward) flux

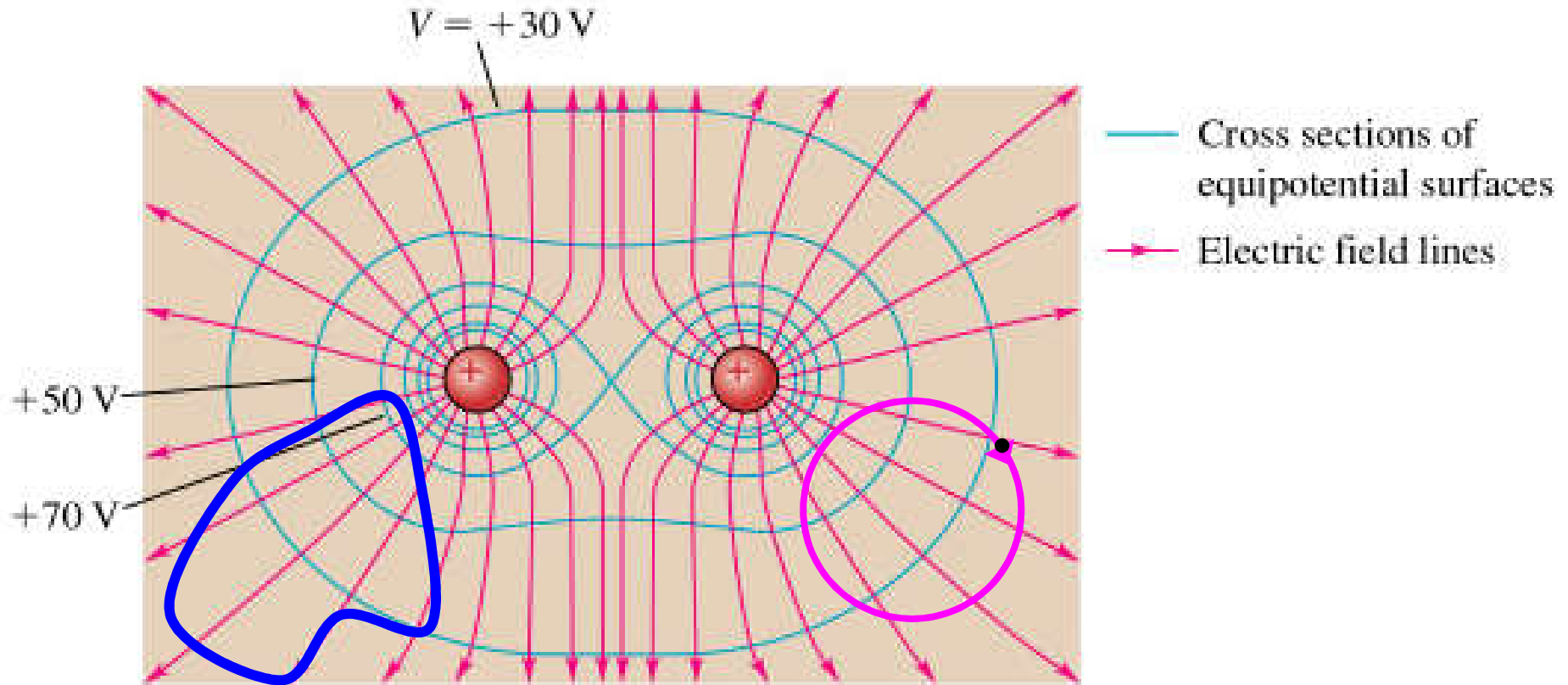


(b) Gaussian surface around negative charge:  
negative (inward) flux

(Y&F Fig 22.15)

# To positive ladninger

## Feltlinjer og potensial (volt):



**Gaussflate**

(arealint.)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

(c) Two equal positive charges

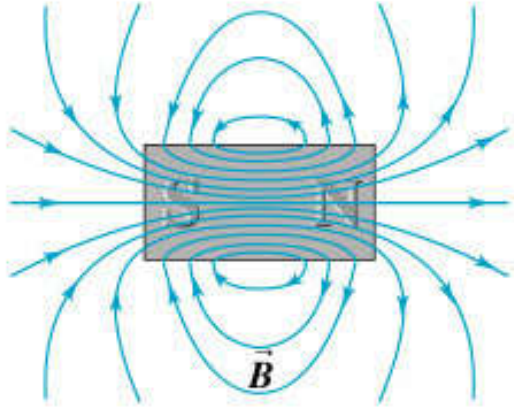
**Integrasjonsveg**

(linjeint.)

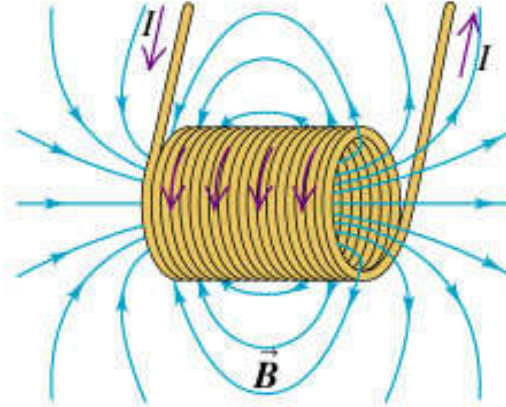
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = 0$$

# Magnetiske feltlinjer

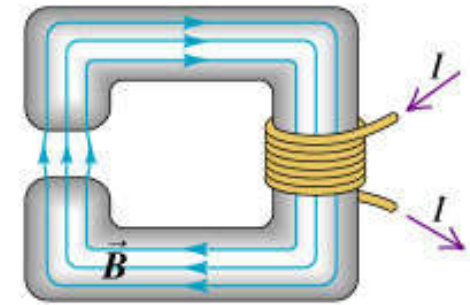
(Fig 27.11)



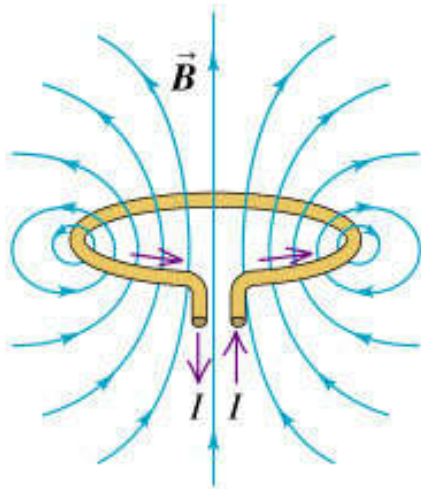
(a) Magnetic field lines through the center of a permanent magnet



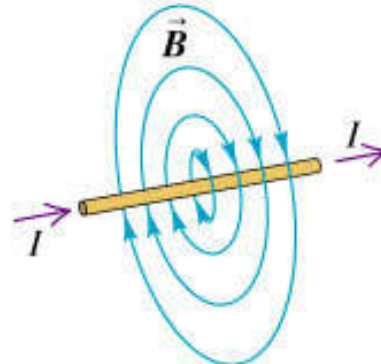
(b) Magnetic field lines through the center of a cylindrical current-carrying coil



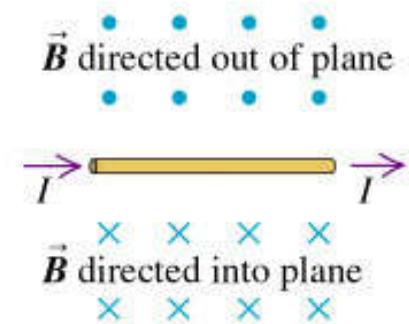
(c) Magnetic field lines through the center of an iron-core electromagnet



(d) Magnetic field lines in a plane containing the axis of a circular current-carrying loop

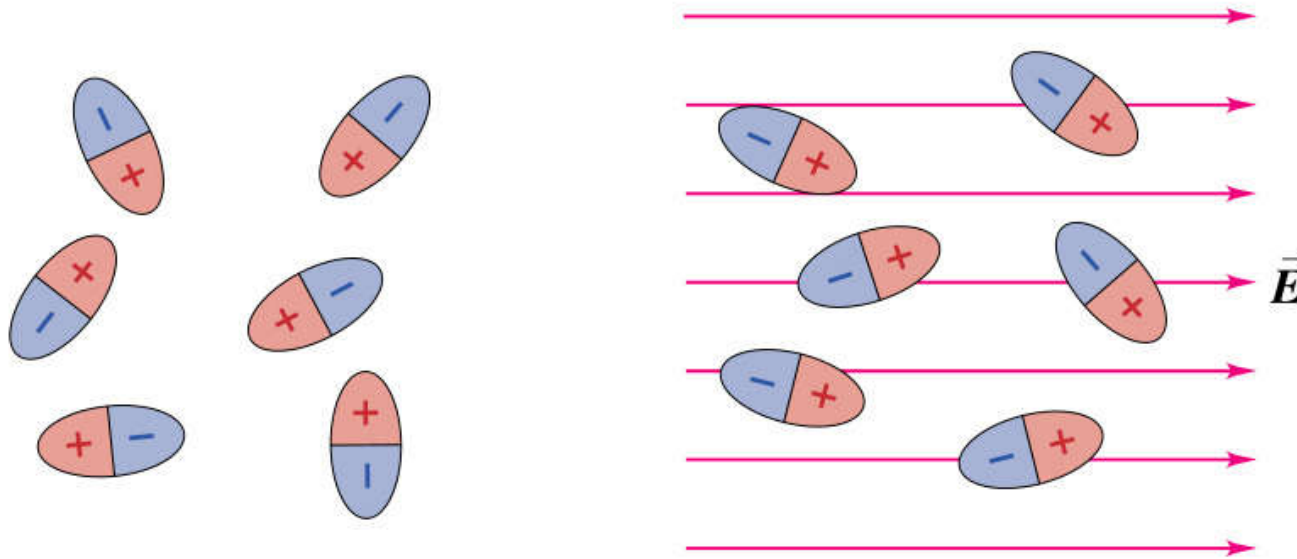


(e) Magnetic field lines in a plane perpendicular to a long, straight, current-carrying wire

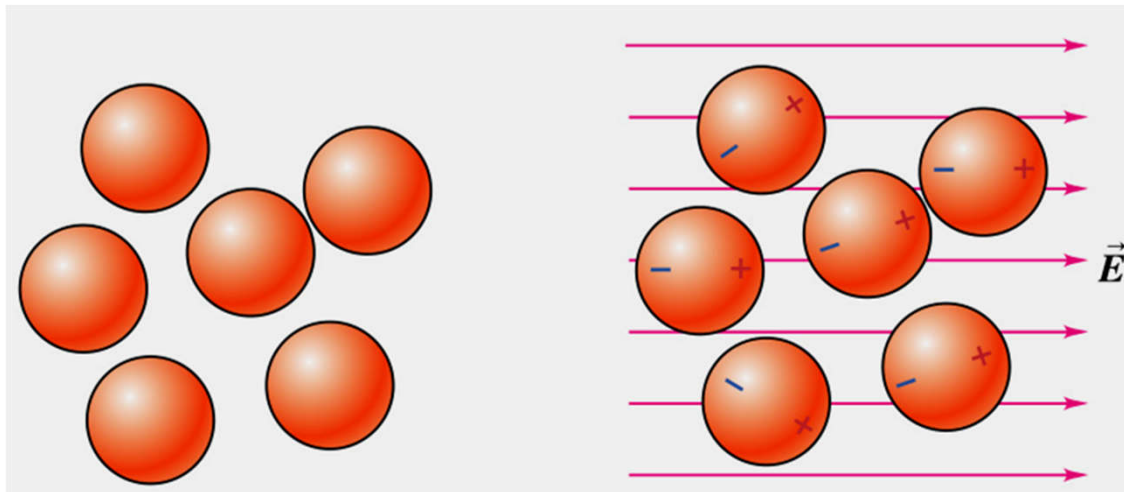


(f) Magnetic field lines in a plane containing a long, straight, current-carrying wire

## Dipoler innrettes i elektrisk felt:



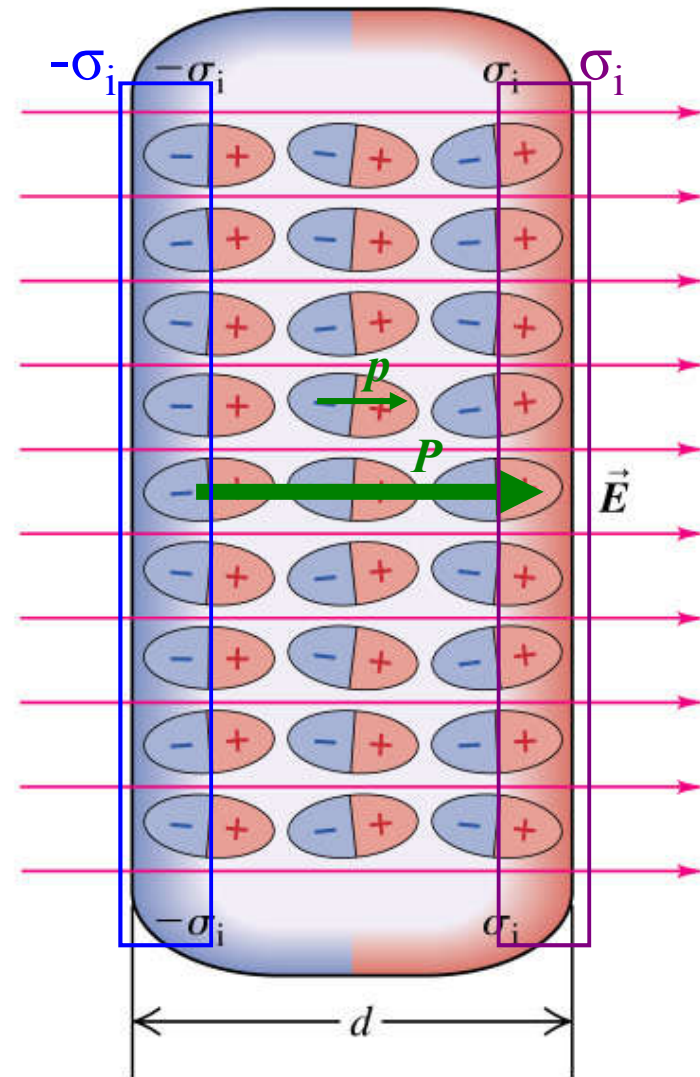
Polare  
molekyl,  
for eksempel  
Vann, H<sub>2</sub>O



Apolare  
molekyl

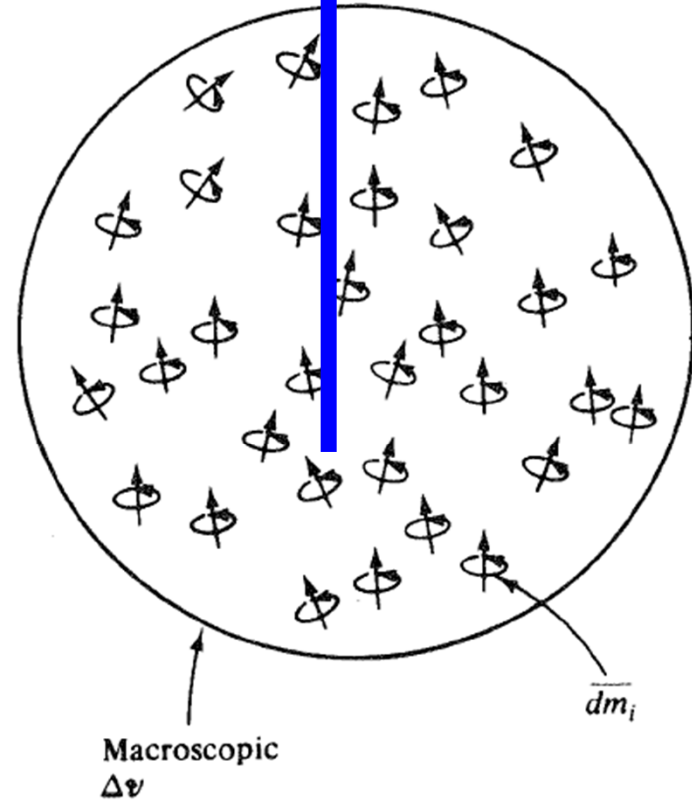
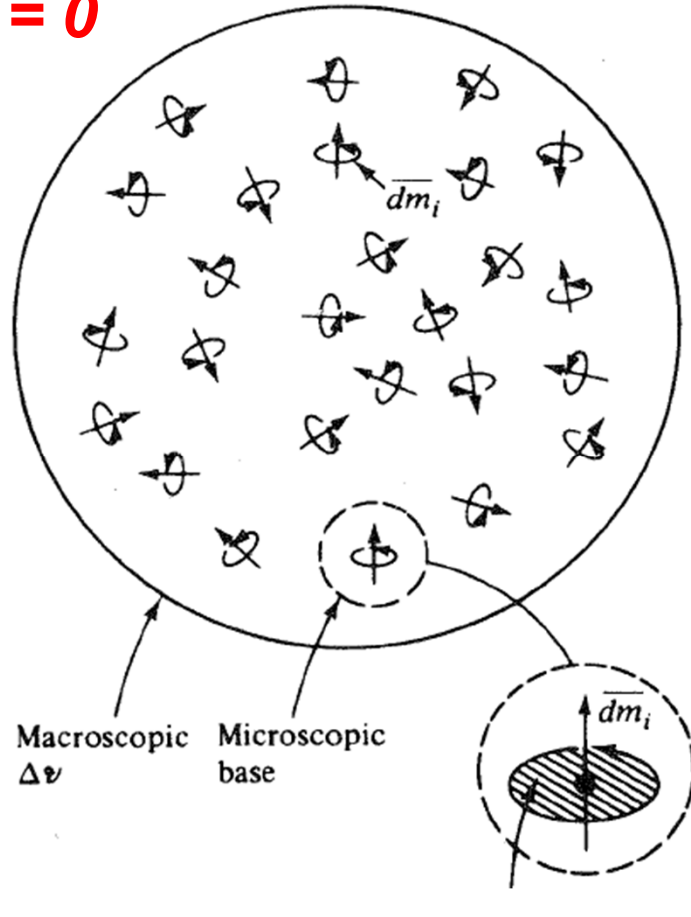
- Dipoler *induseres*  
og deretter  
*innrettes*

# Innretting (polarisering) gir flateladning $\sigma_i$ (i = indusert ladning)

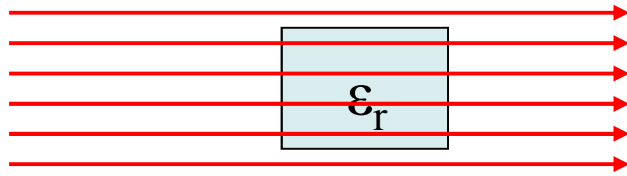


Atomære magnetiske moment  $\mu$  ( $= \overline{dm_i}$ ) i ytre magnetisk felt  $B$

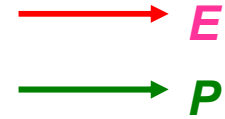
$B = 0$



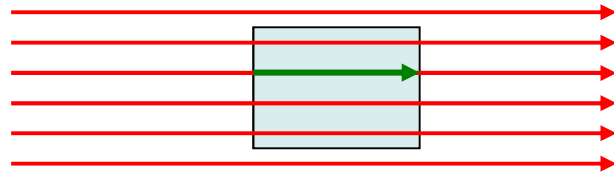
Paramagnetiske og ferromagnetiske:  
Innretting av magn.moment  $\mu$



$$\mathbf{P} = \chi_e \epsilon_0 \mathbf{E}$$

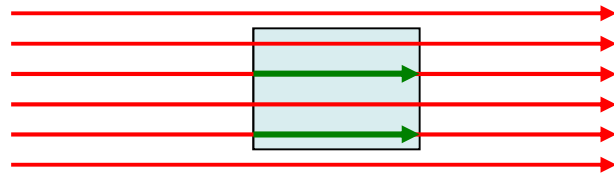


$$\chi_e \quad \epsilon_r = \chi_e + 1$$



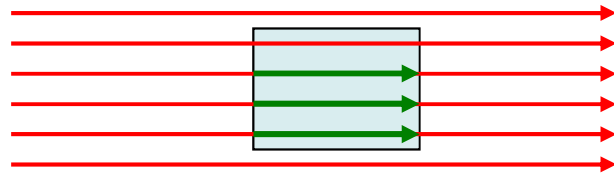
1/3

4/3



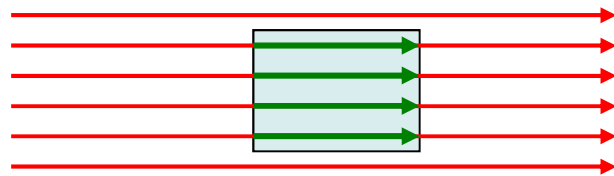
1

2



3

4



$\infty$

$\infty$

$$(\# \text{ flukslinjer } \mathbf{P}) = \chi_e (\# \text{ flukslinjer } \mathbf{E})$$

# Tre typer magnetisk materiale:

Type	Effekt	Årsak: Ytre $H_0$ .....
Dia- magnetisk	$B$ -felt ↓	induserer magn.mom. $\mu$ med $\mu \parallel (-H)$
Para- magnetisk	$B$ -felt ↑	innretter permanente $\mu$ med $\mu \parallel H$
Ferro- magnetisk	$B$ -felt ↑↑↑↑↑↑↑↑↑↑	innretter permanente $\mu$ med $\mu \parallel H$ <b>Mange</b>



Integral-form:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad (\text{Gauss' lov for } \vec{E})$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \quad (\text{Gauss' lov for } \vec{B})$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \mu_0 I \quad (\text{Amperes lov})$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = 0 \quad (\text{Faradays lov}).$$

Differen-  
sial-  
form:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$

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

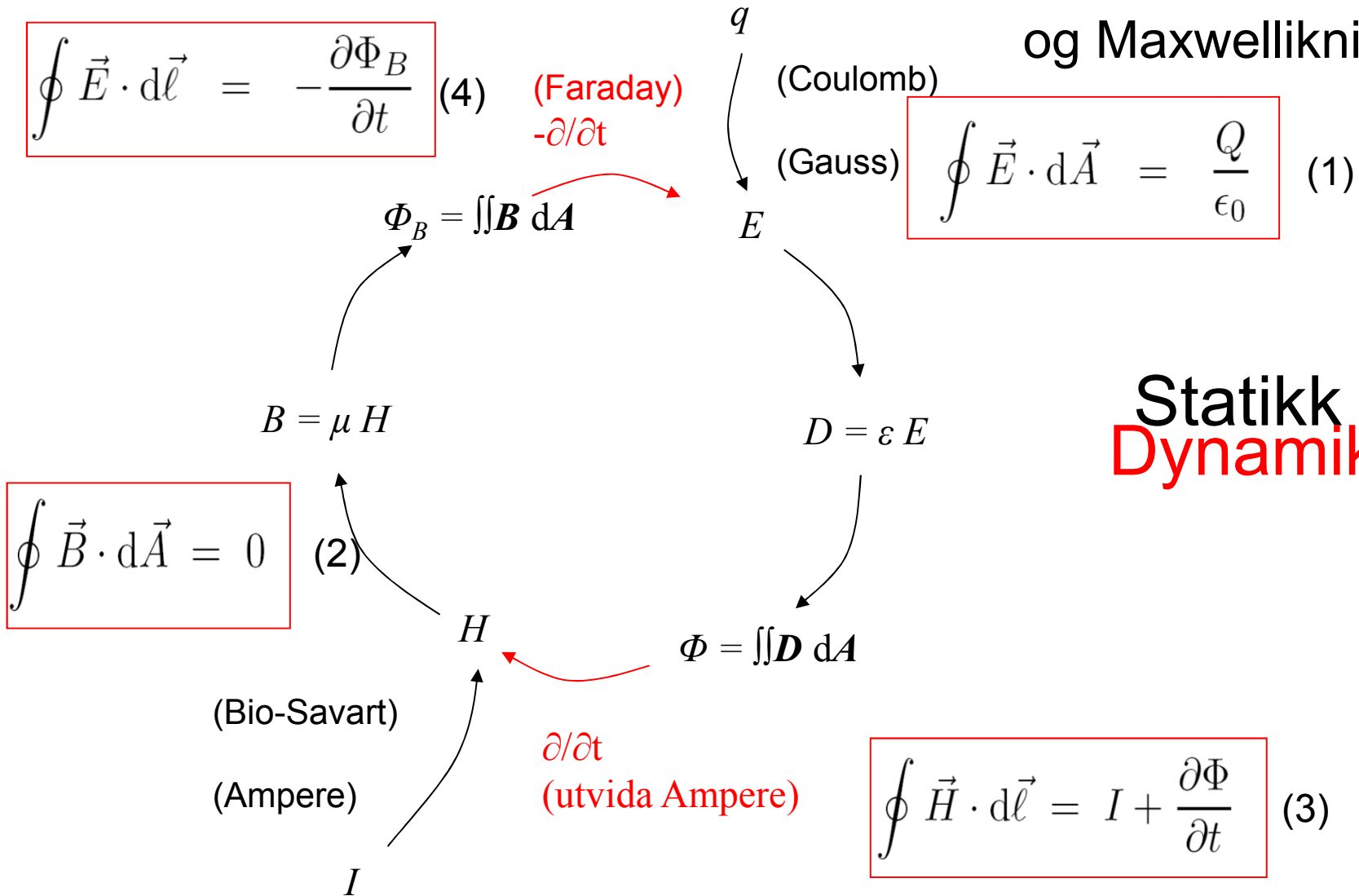
$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{J}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = 0$$

Statikk  
Dynamikk

# Elmagsirkelen

og Maxwellikningene



# Maxwells likninger i [Notat 4](#)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon} \qquad \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon} \qquad (1)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \qquad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \qquad (2)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu I + \mu\epsilon \frac{\partial \Phi_E}{\partial t} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu \vec{J} + \mu\epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \qquad (3)$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad (4)$$

Tilleggslikninger:  $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$   $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$

$$\text{Flukser} \left\{ \begin{array}{l} \Phi = \int \vec{D} \cdot d\vec{A}. \\ \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ \Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \\ I = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}. \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \vec{J} = \sigma \vec{E}, \quad \text{Ohms lov} \\ \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}), \quad \text{Lorentzkrafta} \end{array}$$

# Maxwells likninger i ladningsfritt og strømfritt rom

.. for el.magn. bølger. Mer i Notat 7

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \cancel{\frac{Q}{\epsilon_0}} 0$$

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \cancel{\frac{\rho}{\epsilon_0}} 0$$

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

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

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{\ell} = \cancel{\mu_0 I} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \Phi_E}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \cancel{\mu_0 \vec{J}} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t}$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

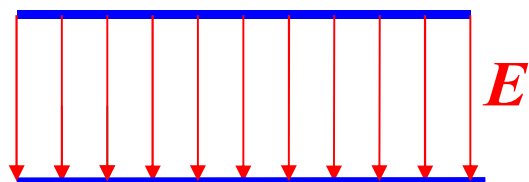
# Grenseflatevilkår (se Notat 6)

$E$  i parallelplatekondensator

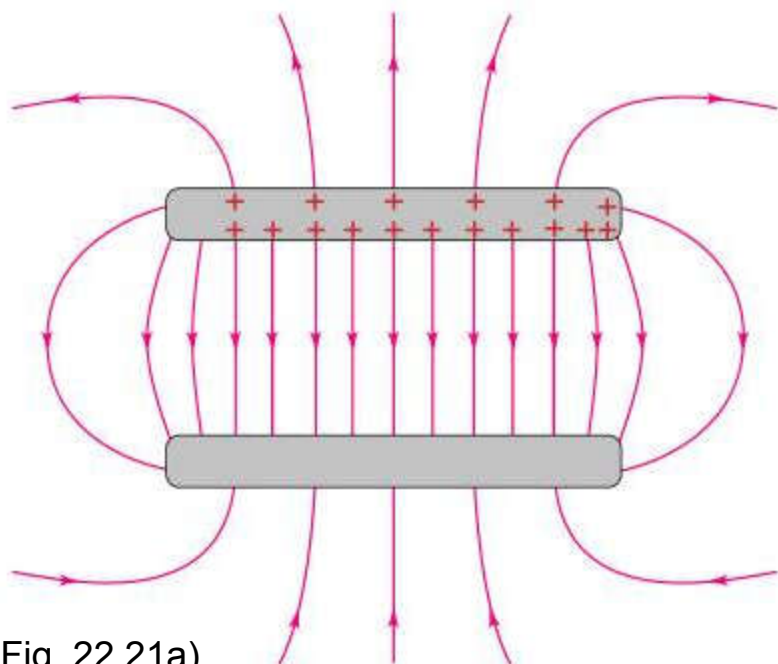
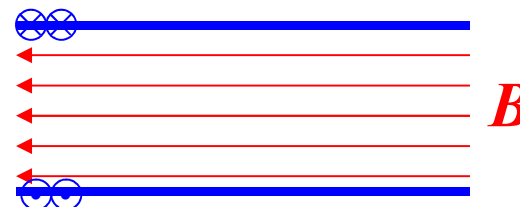
$B$  i solenoide

$E=0$  utenfor

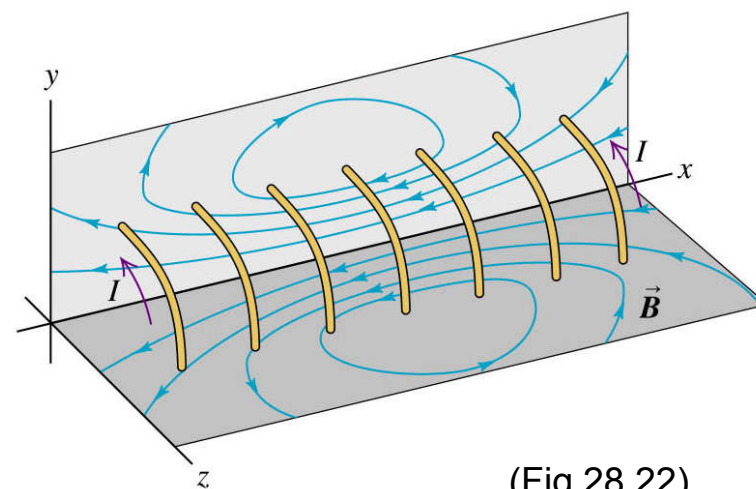
$B=0$  utenfor



Idealisert



Reelt



(Fig 28.22)

(Fig. 22.21a)

# Maxwells likninger i [Notat 4](#)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon} \qquad \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon} \qquad (1)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \qquad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \qquad (2)$$

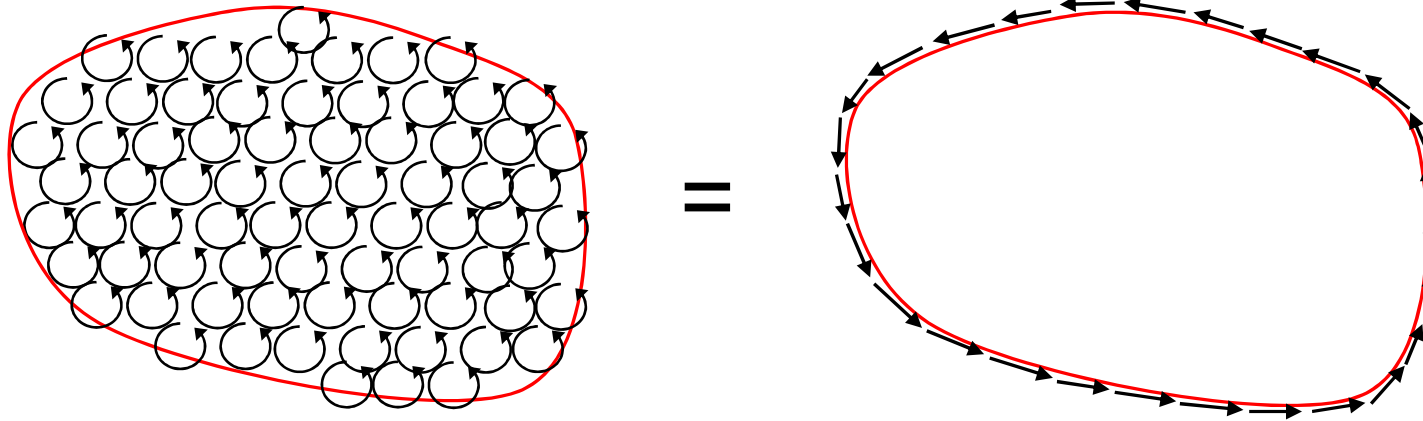
$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu I + \mu\epsilon \frac{\partial \Phi_E}{\partial t} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu \vec{J} + \mu\epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \qquad (3)$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad (4)$$

Tilleggslikninger:  $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$   $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$

$$\text{Flukser} \left\{ \begin{array}{l} \Phi = \int \vec{D} \cdot d\vec{A}. \\ \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ \Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \\ I = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}. \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \vec{J} = \sigma \vec{E}, \quad \text{Ohms lov} \\ \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}), \quad \text{Lorentzkrafta} \end{array}$$

# Stokes teorem for curl:



$$\iint_S \vec{\nabla} \times \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$\Sigma$  curl på flate

=

$$\oint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

=

sirkulasjon på omhyllingskurve

$$\vec{\nabla} \times \vec{B}$$

=

$$\frac{\oint_{\Gamma} \vec{B} \cdot d\vec{s}}{d\vec{A}}$$

# Maxwells likninger i [Notat 4](#)

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon} \qquad \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon} \qquad (1)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0 \qquad \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0 \qquad (2)$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu I + \mu\epsilon \frac{\partial \Phi_E}{\partial t} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu \vec{J} + \mu\epsilon \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} \qquad (3)$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t} \qquad \vec{\nabla} \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \qquad (4)$$

Tilleggslikninger:  $\mathbf{D} = \epsilon \mathbf{E}$   $\mathbf{B} = \mu \mathbf{H}$

$$\text{Flukser} \left\{ \begin{array}{l} \Phi = \int \vec{D} \cdot d\vec{A}. \\ \Phi_E = \int \vec{E} \cdot d\vec{A} \\ \Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \\ I = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}. \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \vec{J} = \sigma \vec{E}, \quad \text{Ohms lov} \\ \vec{F} = q(\vec{E} + \vec{v} \times \vec{B}), \quad \text{Lorentzkrafta} \end{array}$$



# Eksamen mai 2015.

## Statistikk (prosent riktig)

### 1. Flervalgs.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
34	71	80	77	66	78	81	89	59	87	80	32	51	53	68	70

2a	2b	2c	2d	3a	3b	3c
88	56	81	65	63	51	45

4a	4b	5a	5b	5c	5d
93	82	43	52	37	41

Gjennomgå oppgaver  
markert rødt  
(dårligst besvarte)

Karakterskala:

0 - - - - 40 | 41-52 | 53-64 | 65 - 76 | 77 - 88 | 89 - 100

F | E | D | C | B | A

# Eksamen mai 2013.

## Statistikk (prosent riktig)

1. Flervalgs.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l
79	85	84	60	87	85	70	88	87	77	49	66

Gjennomgått time 20  
(8. feb):

1 b c d 3 4

2a	2b	2c
81	59	50

3a	3b
74	53

4a	4b
77	47

Gjennomgå oppgaver  
markert rødt

(dårligst besvarte)

- så langt tida rekker

5a	5b
76	55

6a	6b	6c
66	53	47

7
66

Karakterskala:

0 - - - - 40 | 41-52 | 53-64 | 65 - 76 | 77 - 88 | 89 - 100

F | E | D | C | B | A

# Eksamen mai 2014.

## Statistikk (prosent riktig)

1. Flervalgs.

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
69	46	79	60	79	41	56	86	90	86

2a	2b	3a	3b	3c	4a	4b	4c
73	71	73	68	31	86	89	88

5a	5b	5c	6a	6b	7
78	70	43	62	54	40

Gjennomgått time 38  
(14. mars):  
1 b f g 2

Gjennomgå oppgaver  
markert rødt  
(dårligst besvarte)

Karakterskala:

0 - - - - 40 | 41-52 | 53-64 | 65 - 76 | 77 - 88 | 89 - 100

F | E | D | C | B | A

# ”Spørretime”

- Jeg svarer på spørsmål som dukker opp, etter beste evne. Fra oppgaver/eksamen eller enkelttema som ønskes sagt litt mer om.
- Spørsmål kan også svært gjerne sendes på epost og jeg svarer så fort som mulig, og jeg kan utdype svar på spørretimen. I så fall skal jeg legge ut på meldingssida hva som planlegges for gjennomgåing.

- **Forslag:**  
fredag 12. mai kl 12:15- Aud S2  
(Annonseres på meldingssida)

Dato	Eksamen
ti 9.mai	
on 10.mai	
to 11.mai	
fr 12.mai	<b>Spørretime</b>
lø 13.mai	
sø 14.mai	
ma 15.mai	
ti 16.mai	<b>FY1003</b>
on 17.mai	

- **Annen hjelp:**
  - Svarer på spørsmål over epost
  - Tar imot besøk på kontor (annonserer «kontortid» på meldingssida)

# Eksamen mai 2016.

## Statistikk (prosent riktig)

1. Flervalgs.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
58	89	66	90	66	49	86	88	70	82	74	92	91	84	68
16	17	18	19	20	21	22	23							
81	58	55	71	60	64	70	81							
2a	2b	2c				3a	3b	3c						
79	46	40				82	73	70						
4a	4b	4c				5a	5b	5c						
90	81	69				61	49	44						

Gjennomgått time 51  
(5. april):  
1-19 til 1-23

Gjennomgå oppgaver  
markert rødt  
(dårligst besvarte)

Karakterskala:



*Lykke til med eksamen  
og videre studier!*