Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for fysikk

KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE TFY4180 FYSIKK

Eksamensdato: Tirsdag 7. august 2007
Eksamenstid: 09:00 - 13:00

Faglig kontakt under eksamen: Institutt for fysikk, Arne Mikkelsen, tlf. 7359 3433
Tillatte hjelpemidler (kode C):
Bestemt enkel godkjent kalkulator
Rottmann: Matematisk formelsamling (norsk eller tysk utgave).
Vedlagt formelliste (VEDLEGG C)

Sensurdato: Innen 28. august 2007.

Eksamenspapirene består av:

1. Førstesida (denne sida) med generell informasjon
2. En oppgave med flervalgsspørsmål, Oppgave 1 (VEDLEGG A)
3. "Tradisjonelle oppgaver", Oppgaver 2-4 (VEDLEGG B)
4. Formelark med aktuelle formler og konstanter (VEDLEGG C)

Prosenttallene i parantes etter hver oppgave angir hvor mye den i utgangspunktet vektlegges ved bedømmelsen. I de fleste tilfeller er det fullt mulig å løse etterfølgende punkter selv om et punkt foran skulle være ubesvart.

Noen generelle merknader:
- Symboler er angitt i kursiv (f.eks. V for potensial), mens enheter angis uten kursiv (f.eks. V for volt)
- $\hat{\mathbf{i}}$, $\hat{\mathbf{j}}$ og $\hat{\mathbf{k}}$ er enhetsvektorer i henholdsvis x-, y- og z-retning.
- Metall er synonymt med elektrisk leder. Isolator er synonymt med dielektrikum.
- Dersom ikke annet er oppgitt
  - kan det antas at systemet er i elektrostatisk likevekt,
  - kan det antas at rommet er ladningsfritt vakuum,
  - er "potensial" underforstått "elektrostatisk potensial" og tilsvarende for "potensiell energi",
  - er nullpunkt for elektrostatisk potensial og potensiell energi valgt uendelig langt borte,
  - er Q, ρ og σ (uten indeks) fri ladning.

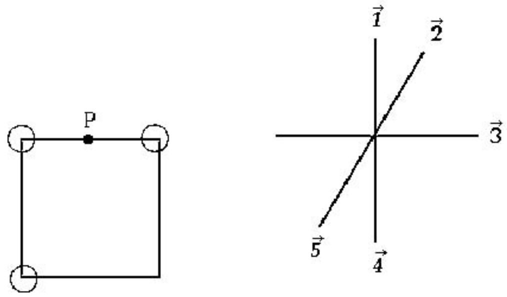
I flervalgsspørsmålene er kun ett av svarene rett. Du skal altså svare A, B, C, D eller E eller du kan svare blankt. **Rett svar gir 5 p, galt svar eller flere svar gir 0 p, blank (ubesvart) gir 1 p.**

Svar på flervalgsspørsmål i VEDLEGG A skriver du på første innleveringsark i en tabell liknende dette:

	a	b	c	d	e	f	g	h	i
Svar:									

Oppgave 1. Flervalgsspørsmål (teller 25%)

a) Et kvadrat har tre like positive ladninger Q i tre av dets hjørner (vist med sirkel) og en negativ ladning $-Q$ i det fjerde hjørnet (ingen sirkel). Det elektriske feltet i punkt P midt på øverste sidekant vil ha retning langs linja

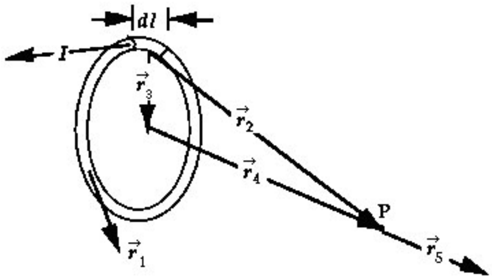


A) $\vec{1}$
B) $\vec{2}$
C) $\vec{3}$
D) $\vec{4}$
E) $\vec{5}$

b) En parallellplatekondensator har luft mellom platene og er ladd opp til 500 V med spenningsforsyningen frakopla. Et plastmateriale med relativ permittivitet 5,0 føres inn mellom platene og fyller det meste av rommet. Energien på kondensatorplatene vil da

A) øke
B) avta
C) ikke endres
D) bli null
E) opplyninger mangler for å kunne svare på spørsmålet

c) Hvis Biot-Savarts lov $\mathrm{d}\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi}\frac{I\mathrm{d}\vec{\ell} \times \vec{r}}{r^3}$ blir brukt til å bestemme magnetfeltet ved punktet P på aksen til en sirkulær strøm-sløyfe, så er vektoren $\vec{r}$ representert ved

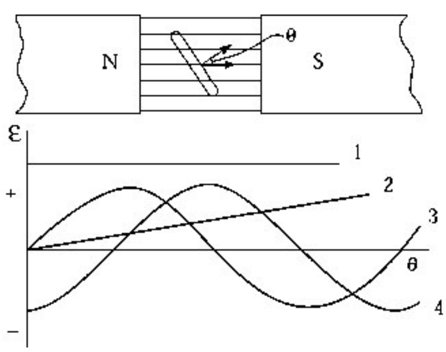


A) $\vec{r}_1$
B) $\vec{r}_2$
C) $\vec{r}_3$
D) $\vec{r}_4$
E) $\vec{r}_5$

d) Hvor mange av disse størrelsene er en vektorstørrelse:
Elektrisk strøm, elektrisk ladning, elektrisk felt, elektrisk potensial, magnetisk fluks, magnetisk moment

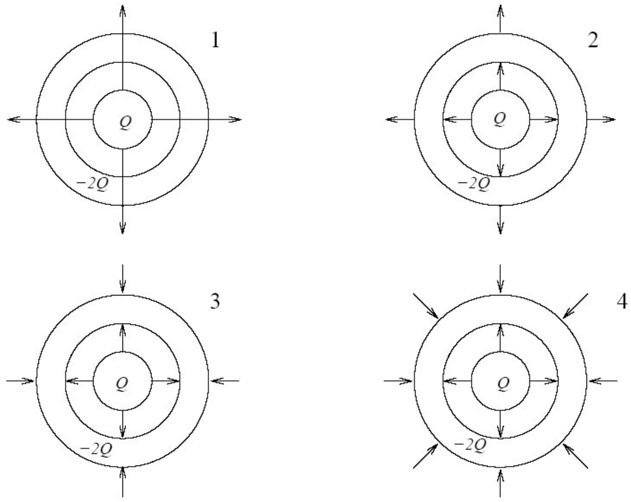
A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) 5

e) En enkel generator består av en rektangulær strømsløyfe som roterer i retning mot klokka mellom to magnetiske poler som vist i figuren. Vinkelen mellom magnetfeltet og normalen til strømsløya er θ. Grafen viser ulike kurver for ems'en $\mathcal{E}$ som funksjon av θ med $\theta = 0$ i origo. Hvilken av kurvene representerer $\mathcal{E}$ riktig?



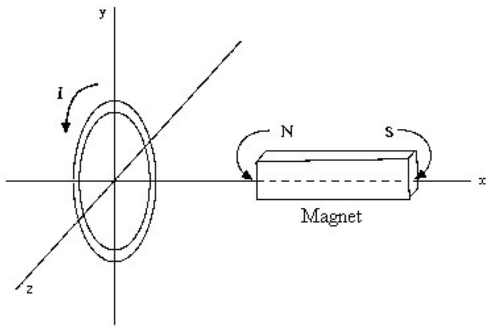
A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) Ingen av kurvene

f) Figuren viser en metallkule med netto positiv ladning Q omgitt av et luftlag, etterfulgt av et metallisk kuleskall med netto ladning $-2Q$. Hvilken figur angir da korrekt feltlinjer for $\vec{E}$?



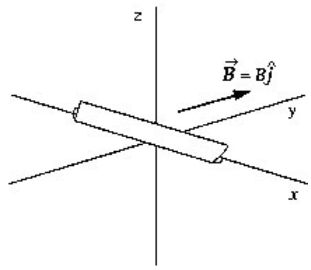
A) 1
B) 2
C) 3
D) 4
E) Ingen av figurene

g) En kopperring ligger i yz-planet som vist. Magnetens langakse N-S ligger langs x-aksen. Strøm i ringen indusert pga. magneten, har retning som vist i figuren.



A) Magneten må bevege seg bort fra ringen.
B) Magneten må bevege seg mot ringen.
C) Magneten må bevege seg hverken fra eller mot ringen.
D) Det er ikke nødvendig at magneten beveger seg.
E) Magneten må holdes i ro for å opprettholde strømmen.

h) En ledningsbit er plassert i et område med uniformt magnetfelt i y-retningen, som vist i figuren. Ledningen har retning langs x-aksen. Du observerer at det er ingen indusert ems i ledningen når den beveges. Du kan da konkludere med at ledningen må bevege seg i



A) $\pm z$-retning
B) $\pm x$-retning
C) $\pm y$-retning
D) enhver retning som danner en vinkel forskjellig fra null med x-retningen
E) umulig, ledningen kan ikke bevege seg

i) Et legeme som svinger harmonisk om et likevektspunkt må ha en kraft påført som er

A) konstant
B) proporsjonal med en sinus- eller cosinusfunksjon av utsvinget
C) omvendt proporsjonal med kvadratet av utsvinget
D) proporsjonal med utsvinget
E) proporsjonal med kvadratet av utsvinget

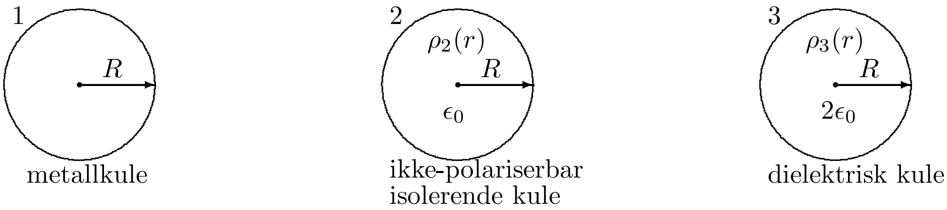
Oppgave 2. Elektrostatikk (teller 30%)

Du har tre kuler, hver med radius R og nettoladning Q. Kulene har stor innbyrdes avstand og vekselvirker derfor ikke med hverandre. Kule 1 er ei metallkule. Kule 2 er i ikke-polariserbar isolerende kule (dvs. permittivitet ϵ_0) med ladningstetthet $\rho_2(r)$ som varierer med avstanden r fra kulas sentrum på følgende måte:

$$\rho_2(r) = \rho_{20}\left(1 - \frac{r}{R}\right) \quad (r < R)\,.$$

Kule 3 er ei dielektrisk kule med relativ permittivitet $\epsilon_r = 2,00$ og med ladningstetthet $\rho_3(r)$ som er konstant over hele kulas volum:

$$\rho_3(r) = \rho_{30} = \frac{3Q}{4\pi R^3} \quad (r < R)$$



a) Vis at $\quad \rho_{20} = \dfrac{3Q}{\pi R^3}\,.$

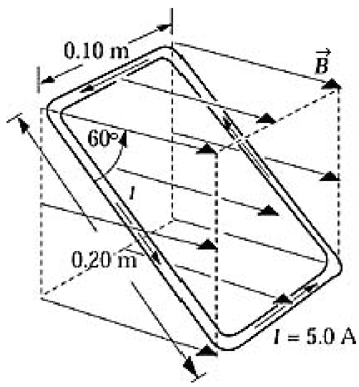
b) Bruk Gauss' lov til å bestemme det elektriske feltet som funksjon av avstanden r fra kulas sentrum for alle kulene, dvs. henholdsvis $E_1(r)$ for kule 1, $E_2(r)$ for kule 2 og $E_3(r)$ for kule 3. Feltene skal bestemmes både inni kulene ($r < R$) og utenfor kulene ($r > R$) og uttrykkes med bl.a. Q.

c) Skisser $E_1(r)$, $E_2(r)$ og $E_3(r)$ mellom $r = 0$ og $r = 2R$. Hvis du ikke har funnet alle uttrykkene i b) så forsøk å lage en skisse på grunnlag av generell kunnskap om feltene inni og utenfor de ulike kulene.

d) Finn uttrykk for potensialet $V(R)$ på overflata av kule 2 med referansepunkt i uendelig.

Oppgave 3. Magnetisme (teller 20%)

En plan, rektangulær strømsløyfe på størrelse $0,10\,\text{m} \times 0,20\,\text{m}$ er orientert som vist i figuren. Sløyfa fører en strøm på 5,00 A i retning mot klokka sett ovenfra og er plassert i et uniformt magnetisk felt på 1,50 T i retning 60° med sløyfeplanet.



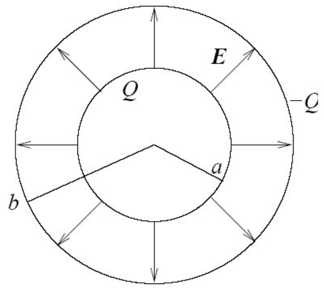
a) Beregn krafta som virker på den øvre 0,10 m-siden av sløyfa (størrelse og retning).

b) Beregn magnetisk fluks gjennom sløyfa.

c) Beregn magnetisk dipolmoment for strømsløyfa (størrelse og retning).

d) Beregn kraftmomentet som virker på sløyfa (størrelse og retning for vektoren).

Oppgave 4. Diverse oppgaver (teller 25%)



a) To konsentriske metalliske kuleskall med radius henholdsvis a og b ($b > a$) har uniformt fordelt ladning henholdsvis Q og $-Q$. Mellom kuleskallene er det luft.

Finn uttrykk for den potensielle energien U lagra i det elektriske feltet mellom kuleskallene.

b)

En gitt bølge kan skrives som

$$y(x,t) = 10 \text{ m} \cdot \sin\left(4\pi \text{ m}^{-1} \cdot x \;-\; 200\pi \text{ s}^{-1} \cdot t\right) \,.$$

i) Hva er bølgens amplitude?
ii) Hva er bølgelengden?
iii) Hva er bølgens frekvens i hertz?
iv) Hvilken retning propagerer bølgen og hva er bølgefarten?

c)

Anta at 50% av effekten i en 60 watts lyspære stråles ut som elektromagnetisk stråling og at strålingen har form av en sfærisk bølge, dvs. uniform i alle retninger. (Resten av energien går vesentlig til varmekonveksjon). Strålingen skjer i luft.

i) Hva er strålingsintensiteten i avstand 2,00 m fra lyspæra?

ii) Hva er amplitudeverdien til det magnetiske feltet B pga. den elektromagnetiske strålingen fra lyspæra i avstanden 2,00 m fra pæra?
TIPS: Poyntingvektoren.

FORMELLISTE.

Formlenes gyldighetsområde og de ulike symbolenes betydning antas å være kjent. Symbolbruk som i forelesningsnotatene. Lista "Størrelser og enheter" inneholder også mange definisjoner.

Fysiske konstanter:

$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}\,\mathrm{F/m}$ $\quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}\,\mathrm{H/m}$ $\quad e = 1,61 \cdot 10^{-19}\,\mathrm{C}$ $\quad m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}\,\mathrm{kg}$

$g = 9,81\,\mathrm{m/s^2}$ $\quad N_\mathrm{A} = 6,02 \cdot 10^{23}\,\mathrm{mol^{-1}}$ $\quad c_0 = 2,998 \cdot 10^8 \mathrm{m/s}$

Elektromagnetisme:

(Q, ρ og σ uten indeks viser til *frie* ladninger. Q_i, ρ_i og σ_i er indusert ladning)

Coulombs lov: $\vec{F}_{12} = \dfrac{1}{4\pi\epsilon}\dfrac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{\mathbf{r}}$ $\qquad \vec{E} = \dfrac{1}{4\pi\epsilon}\dfrac{q}{r^2}\,\hat{\mathbf{r}}$

Gauss' lov integralform: $\oint \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = Q$ $\qquad \oint \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = Q/\epsilon$ $\qquad \oint \vec{P}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = -Q_\mathrm{i}$ $\qquad \oint \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = 0$

Gauss' lov differensialform: $\mathrm{div}\vec{D} = \rho$ $\qquad \mathrm{div}\vec{E} = \rho/\epsilon$ $\qquad \mathrm{div}\,\vec{P} = -\rho_\mathrm{i}$ $\qquad \mathrm{div}\vec{B} = 0$

Fluks: $\Phi = \int \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$ $\qquad \Phi_E = \int \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$ $\qquad \Phi_B = \int \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$

Amperes lov: $\oint \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = \mu_0\left(I_c + \epsilon_0 \dfrac{\partial \Phi_E}{\partial t}\right)$ $\qquad \oint \vec{H}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = I_c + \dfrac{\partial \Phi}{\partial t}$ $\qquad \mathrm{curl}\,\vec{H} = \vec{J} + \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Faradays lov: $\mathcal{E} = -\dfrac{\partial \Phi_B}{\partial t} = -L\dfrac{\mathrm{d}I}{\mathrm{d}t}$ $\qquad \oint \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = -\dfrac{\partial \Phi_B}{\partial t}$ $\qquad \mathrm{curl}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$

Maxwells likninger: $\mathrm{div}\vec{D} = \rho$ $\qquad \mathrm{div}\vec{B} = 0$ $\qquad \mathrm{curl}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ $\qquad \mathrm{curl}\,\vec{H} = \vec{J} + \dfrac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

Elektrisk dipolmoment: $\vec{p} = q\vec{d}$ (fra $-$ til $+$) $\qquad$ Polarisering: $\vec{P} = \dfrac{\sum \vec{p}}{V}$

Magnetisk moment: $\vec{\mu} = I\vec{A}$ $\qquad$ Magnetisering: $\vec{M} = \dfrac{\sum \vec{\mu}}{V}$

$\vec{D} = \epsilon_0\vec{E} + \vec{P} = \epsilon\vec{E} = \epsilon_\mathrm{r}\epsilon_0\vec{E}$ $\qquad \vec{P} = \chi_\mathrm{e}\epsilon_0\vec{E}$ $\qquad \epsilon_\mathrm{r} = 1 + \chi_\mathrm{e}$

$\vec{B} = \mu_0\vec{H} + \mu_0\vec{M} = \mu\vec{H} = \mu_\mathrm{r}\mu_0\vec{H}$ $\qquad \vec{M} = \chi_\mathrm{m}\vec{H}$ $\qquad \mu_\mathrm{r} = 1 + \chi_\mathrm{m}$

Elektrisk potensial: $V_a - V_b = -\int_b^a \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{s}$, $\qquad \vec{E} = -\vec{\nabla}V$,

Energi og energitetthet: $U = \dfrac{1}{2}\int V \mathrm{d}q$ $\qquad$ Elektrisk: $u = \dfrac{1}{2}\vec{D}\vec{E}$ $\qquad$ Magnetisk: $u = \dfrac{1}{2}\vec{B}\vec{H}$

Kondensatorer: $C = \dfrac{Q}{V}$ $\qquad$ Kulekondensator: $C = 4\pi\epsilon_0 R$ $\qquad$ Energi: $U = \dfrac{1}{2}QV = \dfrac{1}{2}CV^2$

Platekondensator: $C = \epsilon\dfrac{A}{d}$ $\qquad$ Parallellkopling: $C = \sum_i C_i$ $\qquad$ Seriekopling: $\dfrac{1}{C} = \sum_i \dfrac{1}{C_i}$

Kraft på strømførende leder: $\mathrm{d}\vec{F} = I\mathrm{d}\vec{s}\times\vec{B}$ $\qquad$ Lorentzkrafta: $\vec{F} = q\left(\vec{E} + \vec{v}\times\vec{B}\right)$

Biot-Savarts lov: $\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{q\,\vec{v}\times\hat{\mathbf{r}}}{r^2}$ $\qquad \mathrm{d}\vec{B} = \dfrac{\mu_0}{4\pi}\dfrac{I\mathrm{d}\vec{s}\times\hat{\mathbf{r}}}{r^2}$

H-felt rundt ∞ lang leder: $H_\theta = \dfrac{I}{2\pi r}$ $\qquad$ H-felt i lang, tynn solenoide: $H = I\cdot n = I\cdot\dfrac{N}{\ell}$

Ohms lov: $V = RI\,, \quad \sigma\vec{E} = \vec{J}$ Spoler: $L = N\dfrac{\Phi_B}{I}$ $\quad U = \dfrac{1}{2}LI^2$

Lenz lov: En indusert strøm er alltid slik at den forsøker å motvirke forandringen i den magnetiske fluks som er årsak til strømmen.

(Formler om magnetiske kretser tas ikke med da det ikke gis til eksamen)

Bølger:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} - v^2\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0 \qquad y(x,t) = f(x \pm vt)$$

Vandrebølge i $\pm x$-retning: $y(x,t) = y_0\sin(kx \mp \omega t)$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \qquad k = \frac{2\pi}{\lambda} \qquad v = \pm\frac{\omega}{k} = \pm\frac{\lambda}{T} = \pm\lambda f\,, \quad \text{med } f = \omega/(2\pi)$$

Standbølge: $y(x,t) = \dfrac{1}{2}y_0\sin(kx+\omega t) + \dfrac{1}{2}y_0\sin(kx-\omega t) = y_0\sin(kx)\cos(\omega t)\,, \qquad L = n\cdot\dfrac{\lambda}{2}, \quad f_n = n\cdot\dfrac{v}{2L}$

Streng: $v = \sqrt{\dfrac{F}{\mu}}$ hvor $\mu = \dfrac{\Delta m}{\Delta \ell}$

Elektromagnetiske bølger, f.eks. : $\vec{E}(x,t) = E_0\,\hat{\mathbf{j}}\,\cos(kx \pm \omega t) \qquad \vec{B}(x,t) = B_0\,\hat{\mathbf{k}}\,\cos(kx \pm \omega t)$

$$E_0 = \mp c\cdot B_0 \qquad c = \sqrt{\frac{1}{\mu\epsilon}}$$

Poyntingvektoren: $\vec{S}(x,t) = \vec{E}(x,t)\times\vec{H}(x,t)$ Med $S = |\vec{S}|$ er videre

Energitetthet (J/m^3) : $u = S/c$ Intensitet (W/m^2) : $I = \langle S\rangle$ Strålingstrykk: $\langle S\rangle/c$

Diffraksjon og interferens: $I = I_0\left[\dfrac{\sin(\beta/2)}{\beta/2}\right]^2\cdot\left[\dfrac{\sin(N\phi/2)}{\sin(\phi/2)}\right]^2$ med $\beta = \dfrac{2\pi a}{\lambda}\sin\theta, \quad \phi = \dfrac{2\pi d}{\lambda}\sin\theta$

Snells lov: $n_1\sin\theta_1 = n_2\sin\theta_2$ med $n_i = c_0/c_i$

Nablaoperatoren:

Kartesiske koordinater (x, y, z), med enhetsvektorer henholdsvis $\hat{\mathbf{i}}$, $\hat{\mathbf{j}}$ og $\hat{\mathbf{k}}$:

$$\begin{aligned}
\mathrm{grad}V = \vec{\nabla}V &= \hat{\mathbf{i}}\,\frac{\partial V}{\partial x} + \hat{\mathbf{j}}\,\frac{\partial V}{\partial y} + \hat{\mathbf{k}}\,\frac{\partial V}{\partial z} \\
\mathrm{div}\vec{D} = \vec{\nabla}\cdot\vec{D} &= \frac{\partial D_x}{\partial x} + \frac{\partial D_y}{\partial y} + \frac{\partial D_z}{\partial z} \\
\vec{\nabla}^2 V &= \frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2} \\
\mathrm{curl}\,\vec{D} = \vec{\nabla}\times\vec{D} &= \begin{vmatrix} \hat{\mathbf{i}} & \hat{\mathbf{j}} & \hat{\mathbf{k}} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ D_x & D_y & D_z \end{vmatrix}
\end{aligned}$$

Sylinderkoordinater (r, ϕ, z), med enhetsvektorer henholdsvis $\hat{\mathbf{r}}$, $\hat{\phi}$ og $\hat{\mathbf{k}}$:

$$\begin{aligned}
\vec{\nabla}V &= \hat{\mathbf{r}}\,\frac{\partial V}{\partial r} + \hat{\phi}\,\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \phi} + \hat{\mathbf{k}}\,\frac{\partial V}{\partial z} \\
\vec{\nabla}\cdot\vec{D} &= \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}(rD_r) + \frac{1}{r}\frac{\partial D_\phi}{\partial \phi} + \frac{\partial D_z}{\partial z} \\
\vec{\nabla}^2 V &= \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2}\frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial z^2}
\end{aligned}$$

Kulekoordinater (r, θ, ϕ), med enhetsvektorer henholdsvis $\hat{\mathbf{r}}$, $\hat{\theta}$, $\hat{\phi}$:

$$\begin{aligned}
\vec{\nabla}V &= \hat{\mathbf{r}}\,\frac{\partial V}{\partial r} + \hat{\theta}\,\frac{1}{r}\frac{\partial V}{\partial \theta} + \hat{\phi}\,\frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial V}{\partial \phi} \\
\vec{\nabla}\cdot\vec{D} &= \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}(r^2 D_r) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}(D_\theta\sin\theta) + \frac{1}{r\sin\theta}\frac{\partial D_\phi}{\partial \phi} \\
\vec{\nabla}^2 V &= \frac{1}{r^2}\frac{\partial}{\partial r}\left(r^2\frac{\partial V}{\partial r}\right) + \frac{1}{r^2\sin\theta}\frac{\partial}{\partial \theta}\left(\sin\theta\frac{\partial V}{\partial \theta}\right) + \frac{1}{r^2\sin^2\theta}\frac{\partial^2 V}{\partial \phi^2}
\end{aligned}$$

Divergensteoremet og Stokes' teorem for et tilfeldig vektorfelt $\vec{F}$:

$$\iint \vec{F}\cdot \mathrm{d}\vec{A} = \iiint \vec{\nabla}\cdot\vec{F}\ \mathrm{d}V$$

$$\oint \vec{F}\cdot \mathrm{d}\vec{s} = \iint \left(\vec{\nabla}\times\vec{F}\right)\cdot \mathrm{d}\vec{A}$$

Dekadiske prefikser:

Symbol	Navn	Tallverdi
E	exa	10^{18}
P	peta	10^{15}
T	tera	10^{12}
G	giga	10^{9}
M	mega	10^{6}
K	kilo	10^{3}
h	hekto	10^{2}
da	deka	10^{1}
d	desi	10^{-1}
c	centi	10^{-2}
m	milli	10^{-3}
μ	mikro	10^{-6}
n	nano	10^{-9}
p	piko	10^{-12}
f	femto	10^{-15}
a	atto	10^{-18}

Greske bokstaver:

Navn	Stor	Liten	Transkripsjon
alfa	A	α	a
beta	B	β	b
gamma	Γ	γ	g
delta	Δ	δ	d
epsilon	E	ϵ, ε	e (kort)
zeta	Z	ζ	z
eta	H	η	e (lang), i
theta	Θ	θ, ϑ	th
iota	I	ι	i
kappa	K	κ	k
lambda	Λ	λ	l
my	M	μ	m
ny	N	ν	n
ksi	Ξ	ξ	x, ks
omikron	O	o	o (kort)
pi	Π	π, ϖ	p
rho	P	ρ, ϱ	r
sigma	Σ	σ, ς	s
tau	T	τ	t
ypsilon	Υ	υ	u, y
phi	Φ	ϕ, φ	f
khi	X	χ	ch
psi	Ψ	ψ	ps
omega	Ω	ω	o (lang)

Størrelse		**SI-enhet**	
Navn	**Symbol og def.**	**Symbol**	**Navn**
elektrisk feltstyrke	$\vec{E} = \vec{F}/q$	$\mathrm{V/m = N/C}$	
elektrisk potensial	V	$\mathrm{V = J/C = kg\,m^2s^{-3}A^{-1}}$	volt
elektrisk flukstetthet	$\vec{D} = \epsilon\vec{E}$	$\mathrm{C/m^2}$	
elektrisk polarisering	$\vec{P} = \chi_{\mathrm{e}}\epsilon_0\vec{E}$	$\mathrm{C/m^2}$	
elektrisk ladning	Q, q	$\mathrm{C = As}$	coulomb
elektrisk ladningstetthet; rom-	ρ	$\mathrm{C/m^3}$	
flate-	σ	$\mathrm{C/m^2}$	
linje-	λ	$\mathrm{C/m}$	
elektrisk dipolmoment	$\vec{p} = q\vec{d}$	Cm	
fluks til E-feltet	$\Phi_E = \int \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$	$\mathrm{Vm = Nm^2C^{-1}}$	
elektrisk fluks	$\Phi = \int \vec{D}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$	C	
permittivitet	ϵ	$\mathrm{F/m}$	
relativ permittivitet	$\epsilon_{\mathrm{r}} = \epsilon/\epsilon_0$	1	
elektrisk suceptibilitet	$\chi_{\mathrm{e}} = \epsilon_{\mathrm{r}} - 1$	1	
elektromotorisk spenning, el.m.kraft (ems)	$\mathcal{E}$, $\mathcal{U}$	V	
elektrisk strøm	I, i	A	ampere
elektrisk strømtetthet	$\vec{J}$, $\vec{j}$	$\mathrm{A/m^2}$	
elektrisk potensialdifferanse, spenning	U, V	V	
kapasitans	$C = Q/V$	$\mathrm{F = A\,s\,V^{-1}}$	farad
magnetisk feltstyrke	$\vec{H}$	$\mathrm{A/m}$	
magnetisk fluks	$\Phi_B = \int \vec{B}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$	$\mathrm{Wb = Vs}$	weber
magnetisk flukstetthet	$\vec{B} = \mu\vec{H}$	$\mathrm{T = Wb/m^2 = NA^{-1}m^{-1}}$	tesla $=10^4$gauss
magnetisering	$\vec{M} = \chi_{\mathrm{m}}\vec{H}$	$\mathrm{A/m}$	
permeabilitet	μ	$\mathrm{H/m = Tm/A = VsA^{-1}m^{-1}}$	
relativ permeabilitet	$\mu_{\mathrm{r}} = \mu/\mu_0$	1	
magnetisk suceptibilitet	$\chi_{\mathrm{m}} = \mu_{\mathrm{r}} - 1$	1	
magnetisk moment	$\vec{m}$, $\vec{\mu}$	$\mathrm{A\,m^2}$	
magnetisk dreiemoment	$\vec{\tau} = \vec{T} = \vec{\mu}\times\vec{B}$	$\mathrm{A\,T\,m^2 = Nm}$	
intensitet	I	$\mathrm{W/m^2}$	
induktans	L	$\mathrm{H = VsA^{-1}}$	henry
resistans	R	$\Omega = \mathrm{VA^{-1}}$	ohm
resistivitet	ρ	$\Omega\mathrm{m}$	
konduktivitet	$\sigma = 1/\rho$	$(\Omega\,\mathrm{m})^{-1}$	
impedans	Z	Ω	
magnetomotorisk spenning (mmf)	$\mathcal{F}_{\mathrm{m}}$	A	
reluktans	$\Re$	$\mathrm{H^{-1}}$	
poyntingvektoren	$\vec{S} = \vec{E}\times\vec{H}$	$\mathrm{W/m^2}$	
masse	m	kg	kilogram
hastighet	v	$\mathrm{m/s}$	
kraft	$\vec{F}$	$\mathrm{N = kg\,m\,s^{-2}}$	newton
trykk	p	$\mathrm{Pa = N\,m^{-2}}$	pascal
arbeid, energi	E, W	$\mathrm{J = Nm}$	joule
effekt	P	$\mathrm{W = J/s}$	watt
vinkel	$\alpha, \theta, \gamma, \ldots$	rad	radian
vinkelfrekvens	ω	rad/s	
romvinkel	Ω	sr	steradian
lengde	l	m	meter
areal	A	$\mathrm{m^2}$	
volum	V	$\mathrm{m^3}$	
tid	t	s	sekund
frekvens	f	$\mathrm{Hz = 1/s}$	hertz
bølgelengde	λ	m	
bølgetall	$k = 2\pi/\lambda$	$\mathrm{1/m}$	