Kap. 22.
Gauss' lov

Vi skal se på:

- Fluksen til elektrisk felt ***E***
- Gauss' lov
  - Integralform og differensialform
- Elektrisk ledere.

E-felt fra Coulombs lov:

$$\vec{E} = k\frac{q}{r^2}\cdot\hat{r}$$

Punktladn

$$\vec{E} = k\sum_n \frac{q_n}{r_{0n}^{\ 2}}\hat{r}_{0n}$$

Flere punktladn.

$$\vec{E} = k\int_{tot.ladn.} \frac{dq}{r^2}\cdot\hat{r}$$

Kontinuerlig fordeling

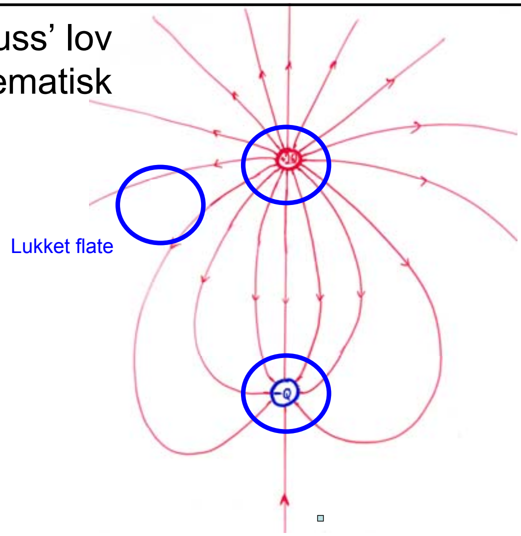
Blir lett vanskelig integrasjonsarbeid.

En enklere metode?

Ja: Gauss' lov

Johann Carl Friedrich Gauss (1777-1855),
tysk matematiker / fysiker

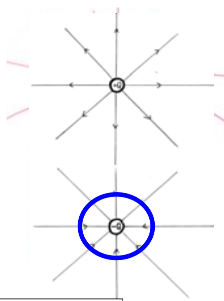
Gauss' lov
skjematisk



Gauss' lov

Gjelder lukkede flater.

- Antall feltlinjer ut – ant. feltlinjer inn
  er prop. med ladning innenfor.



- Integralform:

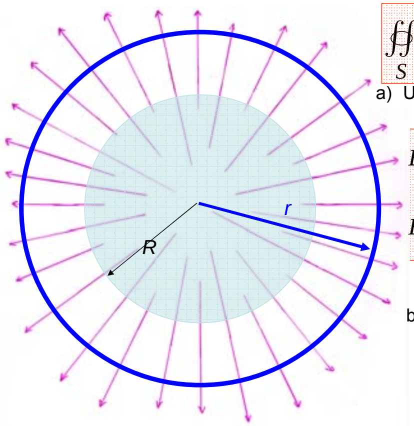
$$\oint\!\!\!\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0}q_{encl}$$

E fra **alle** ladninger,
ikke bare q_{encl}

Ladning innenfor S

Eks.1: Homogent ladd kule

=Y&F Ex. 22.9 = Lill.19.12



$$\oint\!\!\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0} q_{\text{encl}}$$

a) Utenfor kula $r > R$:

$q_{\text{encl}} = Q$

$$E_r \cdot 4\pi r^2 = \frac{1}{\varepsilon_0} Q$$

$$E_r = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{Q}{r^2}$$

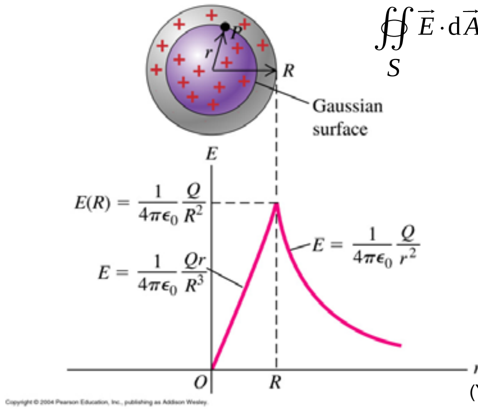
b) Inni kula $r < R$:

q_{encl} er mindre

$q_{\text{encl}} = Q\, r^3/R^3$

Eks.1: Homogent ladd kule

$$\oint\!\!\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0} q_{\text{encl}}$$



(Y&F Fig 22.22)

Eksempler i forelesning (Eks…), lærebok (Ex…), og Lillestøl (L…)

	Kap 21. *E*-felt	Kap 22. Gauss lov	Kap 23. Potensial
Dipol	Eks. 2 Ex. 21.9+21.15 L19.6		Eks. 4 Ex. 23.4
Linjeladning endelig	Eks. 3 Ex. 21.11		Ex. 23.12
Linjeladning uendelig	(Eks. 3) L19.7	Ex. 22.6 L19.13	(Eks. 9 hvis tid) Ex. 23.10
Tynn ring	Eks. 4 Ex. 21.10		Eks. 7 Ex. 23.11
Sirkulær plate	Eks. 5 Ex. 21.12		
Uendelig plate	Eks. 6 Ex. 21.12 L19.9	Eks. 2 Ex. 22.7 L19.14	L19.15
Parallellplater	Ex. 21.13 Eks. 7	Ex. 22.8	Eks. 5 Ex. 23.9
Kule med homogen ladning		Eks. 1 Ex. 22.9 L19.12	Eks. 8 L19.19
Lederkule		Eks. 3 Ex. 22.5	Eks. 6 Ex. 23.8

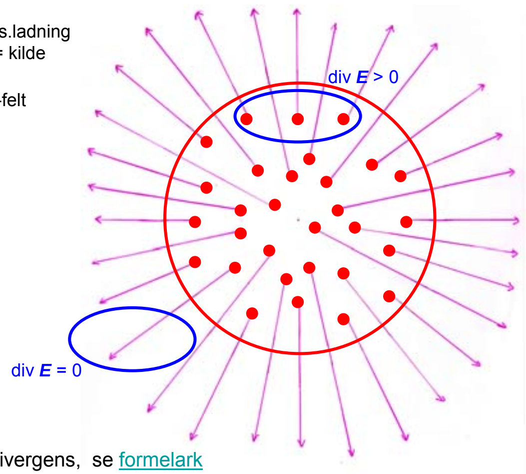
Gauss' lov

- Integralform: $\oint\!\!\oint_S \vec{E}\cdot d\vec{A} = \frac{1}{\varepsilon_0} q_{\text{encl}}$
- Differensialform: $\mathrm{div}\vec{E} = \frac{1}{\varepsilon_0}\rho$
- $\mathrm{div}\vec{E} =$ divergensen til ***E***

divergens = kilde

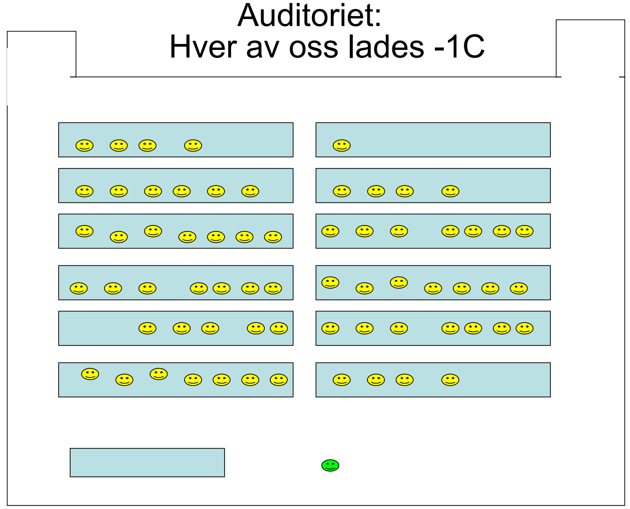
● = pos.ladning = kilde

= E-felt

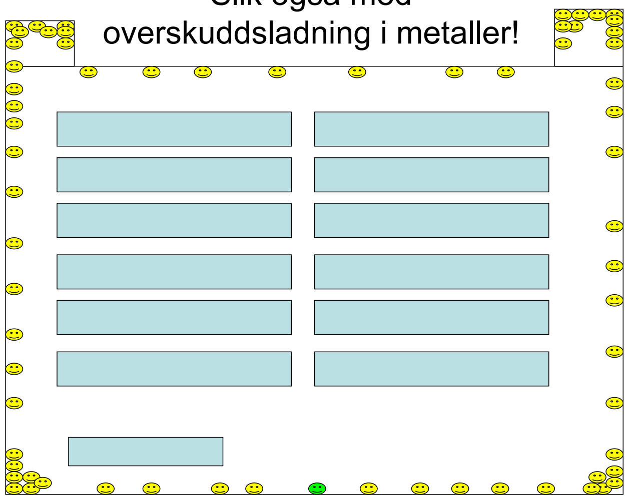


Uttrykk divergens, se [formelark]

Auditoriet:
Hver av oss lades -1C

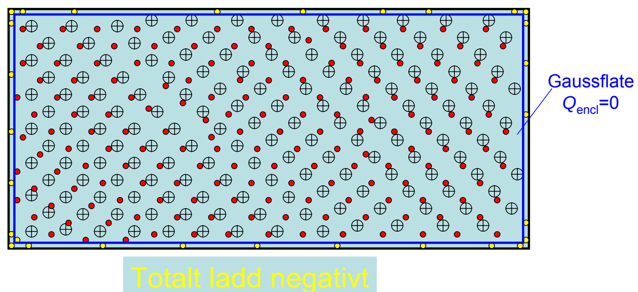


Slik også med overskuddsladning i metaller!



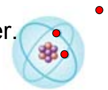
Elektrisk leder med valenselektroner ●

Negativt ladd metall: overskuddselektroner ○
Disse presses til overflata



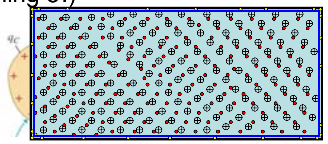
Elektrisk ledere (metaller)

1. Metallatomer har ett eller flere frie valenselektroner.



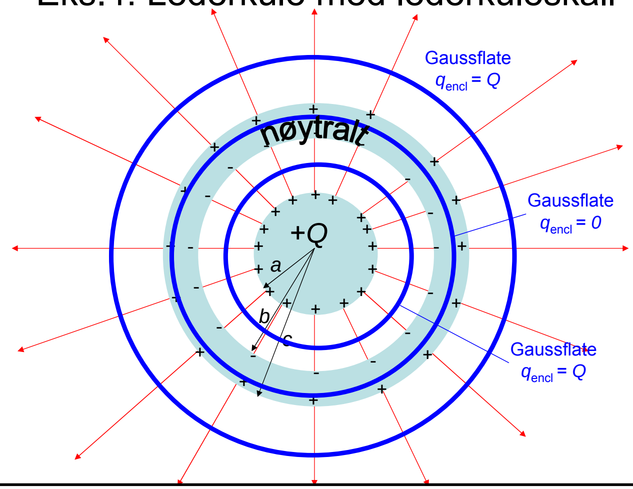
2. Evt. overskuddselektroner skyves til overflata
   (=> kun overflateladning σ.)

3. ρ= 0 og ***E*** = 0 inni



4. Rett utenfor overflata: ***E*** normal

Eks.4: Lederkule med lederkuleskall

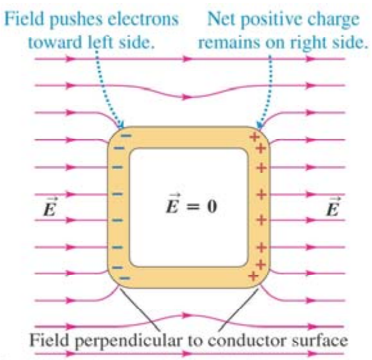


Nøytral leder i ytre *E*-felt

Ladninger forskyves akkurat så mye at:

1) ***E*** = 0 i leder og hulrom

2) ***E*** normal på overflata rett utenfor



=> Faradaybur

Oppsummering kap. 22. Gauss' lov

Fluks til $\vec{E}$ gitt ved flateintegral: $\quad \Phi_E = \iint \vec{E}\cdot \mathrm{d}\vec{A}$

Gauss lov: Fluks ut av Gaussflate S $= \frac{1}{\epsilon_0}\cdot$ ladning innenfor:

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

(infinitesimal form:) $\quad \mathrm{div}\vec{E}\cdot \mathrm{d}V = \frac{1}{\epsilon_0}\rho\, \mathrm{d}V$

Gauss' lov enklere enn Coulombs lov når det er symmetri i ladning og/eller elektrisk felt.
Legg inn Gaussflate S slik at $\vec{E}||\mathrm{d}\vec{A}$ eller $\vec{E}\perp \mathrm{d}\vec{A}$

I **ledere** flytter ladninger seg tilnærmet uten motstand.
Like ladninger frastøter hverandre og legger seg på **overflata** av lederen.
Inni alle ledere er derfor $\rho = 0$ og $\vec{E} = \vec{0}$.