

Sammendrag, uke 7 (11. og 13. februar)

Når er Gauss' lov spesielt nyttig? [FGT 24.3; YF 23.5]

Gauss' lov kan brukes til å bestemme det elektriske feltet fra en ladningsfordeling der vi har en eller annen form for *symmetri*. Eksempler: Kulesymmetri, plansymmetri, sylindersymmetri.

I forelesningene så vi på en jevnt ladet kuleflate og fant at det elektriske feltet *inni* kula da var lik null, mens det *utenfor* kula var som om hele kuleflatens ladning Q var samlet i kulas sentrum, dvs

$$E(r) = Q/4\pi\epsilon_0 r^2$$

Et annet viktig eksempel er et jevnt ladet, uendelig stort plan. Vi viste da at dersom planet har ladning σ pr flateenhet, blir det elektriske feltet

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

dvs uavhengig av avstanden til planet.

Det var deretter ikke vanskelig å bestemme det elektriske feltet fra to parallelle plan med motsatt ladning, $\pm\sigma$ (begge planene fremdeles uendelig store). Bruk av superposisjonsprinsippet gav

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

i området mellom planene, og

$$E = 0$$

i området på utsiden av planene. Mellom planene er feltet rettet fra det positive til det negative planet.

Dette siste eksemplet er meget relevant: Det representerer en såkalt *parallellelplatekondensator*, der platenes areal er stort i forhold til avstanden mellom dem. Vi skal komme tilbake til dette eksemplet mange ganger.

Materialer og elektriske egenskaper

Hovedinndeling av materialer med hensyn på deres elektriske egenskaper:

Ledere: Metaller. Atomenes ytterste elektron(er) er *fri* til å bevege seg gjennom lederen. Eksempler: Cu, Al, Ag etc.

Isolatorer: Alle elektroner er *bundet* til atomene. Eksempler: glass, plast etc.

Halvledere: Er isolator ved $T = 0$ (dvs null temperatur), men enkelte elektroner frigjøres ved $T > 0$. Viktige materialer i elektroniske komponenter (f.eks. dioder, transistorer). Eksempler: Si, Ge, GaAs.

Videre: Superledere, Plasma, Elektrolytter etc.

I dette kurset (i hvert fall i dette semesteret) skal vi kun diskutere *ledere* og *isolatorer*. En isolator kalles også for et *dielektrikum*. Vi ser først på elektriske ledere.

Elektriske ledere [FGT 24.4; YF 23.6; AF 25.5; LHL 19.2, 19.8; G 2.5]

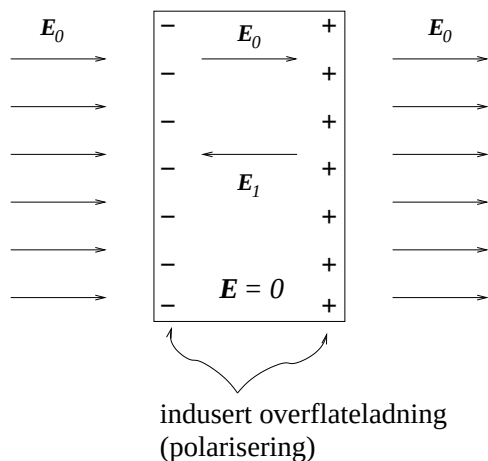
I forelesningene beviste vi følgende 7 viktige resultater hva angår elektrisk felt og fordeling av netto ladning på en elektrisk leder i *elektrostatisk likevekt*:

1. Inne i lederen er $\mathbf{E} = 0$.
2. Det er null netto ladning inne i lederen.
3. All netto ladning fordeler seg på overflaten av lederen.
4. På lederens overflate står det elektriske feltet normalt på overflaten.
5. Hele lederen, både inni og på overflaten, har samme verdi av det elektriske potensialet V , dvs lederen er et *ekvipotensial*.
6. På lederens overflate er det elektriske feltet $E = \sigma/\epsilon_0$, der σ er ladning pr flateenhet på lederens overflate.
7. En leder med et (tomt!) hulrom har $E = 0$ inne i hulrommet og all netto ladning på den ytre overflaten. (Dette gjelder selvsagt ikke dersom vi har netto ladning inne i hulrommet, f.eks. en punktladning.)

Merk at et *hulrom* angir et avgrenset volum, som f.eks. inne i en fotball. Vi snakker *ikke* om f.eks. rommet inne i en hul sylinder som er åpen i en eller begge ender. Først når vi lukker begge ender, får vi et hulrom.

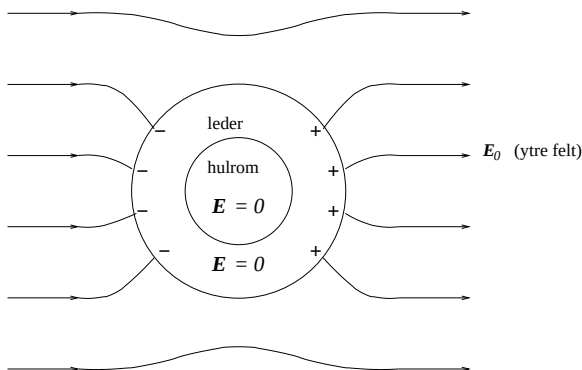
Leder i ytre felt

Ytre felt $\mathbf{E}_0$ påvirker fri ladninger i lederen med elektrisk kraft. Disse ladningene beveger seg til lederens overflate slik at *indusert felt* $\mathbf{E}_1$ akkurat kansellerer ytre (“påtrykt”) felt: $\mathbf{E}_1 = -\mathbf{E}_0$. Dermed blir totalt elektrisk felt $\mathbf{E} = \mathbf{E}_0 + \mathbf{E}_1 = 0$ inne i lederen.



Leder med hulrom i ytre felt

Elektrostatisk felt inne i hulrom i leder plassert i ytre felt $\mathbf{E}_0$ er lik null:



Dvs: Inne i hulrommet har vi elektrostatisk *skjerming* mot det ytre feltet.