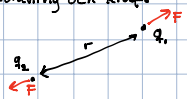
# Fysikaliska begrepp

* Laddning och kraft




Lika och motriktade krafter

Coulombs lag: $\bar{F} = \frac{q_1 q_2}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$

, $[q] = C = A \cdot s$

$\varepsilon_0 = 8{,}854 \cdot 10^{-12}$ F/m : Permittivitet i vacuum.

Elementarladdning $e = 1{,}6022 \cdot 10^{-19}$ C Den minsta laddningen.

Ett åskmoln $\approx 10$ C i laddning.

* Strömtäthet

Antalet laddningar i rörelse:

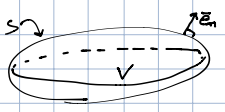
Summera över alla $q_n$ i volymen $\Delta V$:

$$\bar{J} = \lim_{\Delta V \to 0} \frac{\sum q_n \bar{v}_n}{\Delta V}, \quad [\bar{J}] = \frac{C}{m^2} \frac{m/s}{} = \frac{A}{m^2}$$

$\bar{J}$ är en vektor. Storlek $|\bar{J}|$ och riktning $\frac{\bar{J}}{|\bar{J}|}$, med komponenter $\bar{J} = J_x \bar{e}_x + J_y \bar{e}_y + J_z \bar{e}_z$

* Laddningens bevarande

"Laddning kan varken skapas eller förstöras." Matematiskt uttryckt blir detta:




För alla volymer V: Utflödet av laddningar: $\oint_S \bar{J} \cdot \bar{e}_n \, dS = -\frac{\partial q}{\partial t}$, där $q = \int_V \rho \, dV$ [total innesluten laddning.] Med detta menas att utflödet = mängden laddningar som lämnar V.

$\rho$ = laddningstäthet $\left[\frac{C}{m^3}\right]$.

Ström

- På differentialform skrivs: $\bar{\nabla} \cdot \bar{J} = -\frac{\partial \rho}{\partial t}$
- På komponentform skrivs: $\bar{\nabla} \cdot \bar{J} = \frac{\partial J_x}{\partial x} + \frac{\partial J_y}{\partial y} + \frac{\partial J_z}{\partial z}$ ← divergens!

Differentialformen fås ur Gauss sats: $\oint_S \bar{J} \cdot \bar{e}_n dS = -\frac{\partial q}{\partial t}$

$\oint_S \bar{J} \cdot \hat{n} dS = \iiint_V \bar{\nabla} \cdot \bar{J} \, dV$, $-\frac{\partial q}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial t} \iiint_V \rho \, dV$. Detta ger

$$\iiint_V \bar{\nabla} \cdot \bar{J} \, dV = -\frac{\partial}{\partial t} \iiint \rho \, dV$$

$$\bar{\nabla} \cdot \bar{J} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

* Elektrostatiskt fält

$\bar{E}$ definieras av kraften på en laddning: $\bar{F}_q = q\bar{E} \Rightarrow \bar{E} = \lim_{q \to 0} \frac{\bar{F}_q}{q}$

Exempelvis: Fält från punktladdning Q i origo.

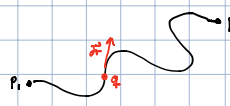
$$\bar{F} = \frac{q \cdot Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2} \Rightarrow \bar{E} = \frac{Q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$$

Allmänt gäller Faradays lag/Induktionslagen: $\bar{\nabla} \times \bar{E} = -\frac{\partial \bar{B}}{\partial t}$, om det finns tidsvariation.

magnetfält.

Saknas tidsvariation $\Rightarrow \bar{\nabla} \times \bar{E} = \bar{0} \Rightarrow \bar{E} = -\nabla V$, där V är elektrostatisk potential!

* Arbete

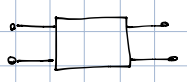



Arbetet $W = \int_{P_1}^{P_2} \bar{F}_q \cdot d\bar{r} = \int_{P_1}^{P_2} q\bar{E} d\bar{r} = q \int_{t_1}^{P_2} -\bar{\nabla} V \cdot d\bar{r} = q(V(P_1) - V(P_2))$

$\bar{E}$ är konservativt vid tidsoberoende. Om vi har tidsberoende är detta inte säkert.

# Kretsbegrepp

* Komponent

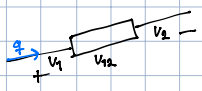


"svart låda" med anslutningar

* Krets - flera ihopkopplade komponenter

* Ström - laddningar per tidsenhet i ett tvärsnitt: $i = \frac{\partial q}{\partial t} = \int \bar{J} \cdot \bar{e}_n dS$

* Spänning - Energiändring $W = q(v_1 - v_2) = qv_{12}$

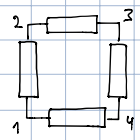



## Kirchhoffs kretslagar

* Strömlagen: $\oint_S \bar{J} \cdot \bar{e}_n \partial s = i_1 + i_2 + i_3 = 0$

Utgående (positiva) strömmar

* Spänningslagen: $\oint_C \vec{E} \cdot d\bar{r} = -\oint_C \bar{\nabla} v \cdot d\bar{r} = 0 = v_{12} + v_{23} + v_{34} + v_{41}$




(* Ohms lag) - $v = Ri$. Lång, rak ledare med längd $l$ och tvärsnittsyta $A$: $R = \frac{l}{\sigma A} = \frac{\rho l}{A}$