6/9-2012 {sen. 2:a halvan}

②

(Perfekta) ledare (idealisering) (Kap. 2.5)

En ledare karaktäriseras av fria, lätt rörliga laddningsbärare

Ex. Metaller. Cu, Ag, Au.

Egenskaper

1) Elektriska fältet inuti en ledare är noll

$\vec{E}_{inuti}=\vec{0}$

(Om det funnits skulle laddningsbärarna börja röra sig ~~ej~~ statik)

$\vec{E}_0+\vec{E}_1=0$

2) Laddningstätheten enl. Gauss lag

$\nabla\cdot\vec{E}=\rho/\varepsilon_0 \Rightarrow \rho=0$ inuti ledarna

3) Eventuell (fri) nettoladdning ligger på ledarens yta S.

4) Elektriska fältet på ledarens yta S är vinkelrät mot S. $\vec{E}=E\cdot\hat{n}$

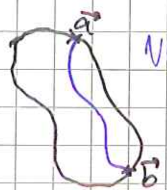
Detta fås ur randvillkoren $\hat{n}\times\vec{E}=\hat{n}\times\overbrace{\vec{E}_{inuti}}^{=\vec{0}}=\vec{0}$

5) ytladdningstätheten $\rho_s=\varepsilon_0\cdot\hat{n}\cdot\vec{E}=\varepsilon_0 E$

Randvillkor: $\hat{n}\cdot\vec{E}-\hat{n}\cdot\vec{E}_{inuti}=\rho_s/\varepsilon_0$ (Gauss lag)

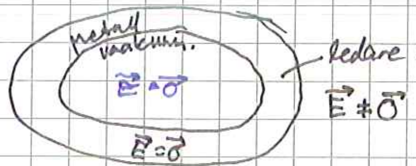
6) Ledarens yta S är en ekvipotentialyta

V = konstant på S.



$V(\vec{a})-V(\vec{b})=\int_{\vec{a}}^{\vec{b}}\vec{E}\cdot d\vec{l}=0.$

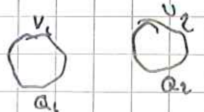
Exempel Faradays bur (skärmning)



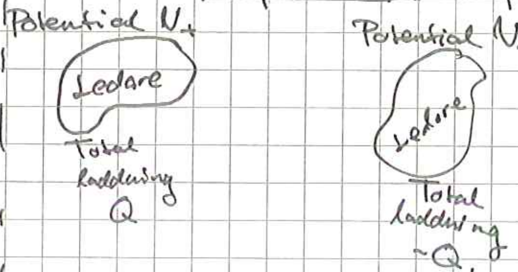
Elektrostatisk energi för ledare

Allmänt $W_e=\frac{1}{2}\iiint_V \rho V\,dv=\frac{1}{2}\iint_S \rho_s V\,dS=\frac{1}{2}V\iint_S \rho_s\,dS=\frac{1}{2}VQ$

Flera ledare $W_e=\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{N} V_i Q_i$



Kapacitans (kap. 2.5.4)



$V=V_+-V_-$ är proportionell mot Q.

ty multiplikation med en faktor k ger $k\cdot V\Rightarrow k\cdot\vec{E}\Rightarrow k\cdot\rho_s \Rightarrow kQ$

Ty: $\vec{E}=-\nabla V$, $\rho_s=\varepsilon_0 E$, $Q=\iint_S \rho_s\,dS$

Kvoten mellan laddning Q och potential V kallas kapacitans C.

$$\boxed{C=\frac{Q}{V}}$$

enhet 1F = 1 C/V

Exempel Platt kondensator

Antag jämnt fördelad laddning $\rho_s=\frac{Q}{A}$

Fältet $E=\rho_s/\varepsilon_0=\frac{Q}{A\varepsilon_0}$ (homogent).

Potentialskillnad $V=V^+-V^-=E\cdot d$

$V=\frac{Qd}{A\varepsilon_0}\Rightarrow \boxed{C=\frac{Q}{V}=\frac{\varepsilon_0 A}{d}}$

Uppladdad energi:

$W_e=\frac{1}{2}\sum_i Q_i V_i=\frac{1}{2}(V_+Q+V_-(-Q))=\frac{1}{2}Q(V_+-V_-)=\frac{1}{2}QV=\frac{1}{2}CV^2=\frac{1}{2}Q^2/C$