

# Övning 2 - Elektriska fält

Mårten Selin  
marten.selin@biox.kth.se

## Elektriskt fält (E)

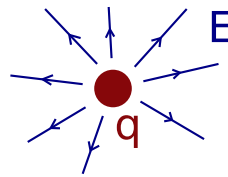
"Kraft per laddning"  $E = F/q$  [V/m]

F: Kraft [N]  
q: Laddning [C]

(På vektorform:  $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q$ )

från punktladdning

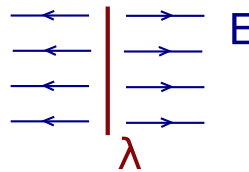
$$E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$



$\epsilon_0$ : Dielektricitetskonst. =  $8.85 \cdot 10^{-12}$  F/m

från linjeladdning

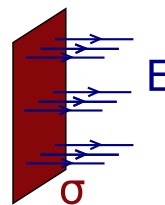
$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$



$\lambda$ : Trådladdning, laddning per sträcka [C/m]

från ytladdning

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



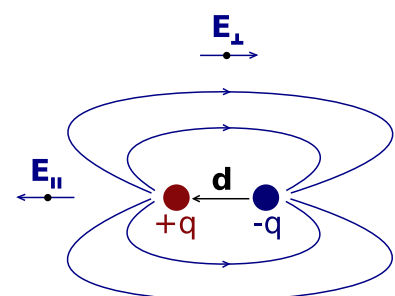
$\sigma$ : Ytladdning, laddning per yta [C/m<sup>2</sup>]

## Dipol

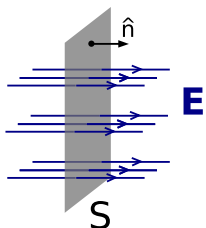
Dipolmoment:  $\mathbf{p} = q\mathbf{d}$

"Nyttiga" specialfall:  $\mathbf{E}_\perp = -\frac{\mathbf{p}}{4\pi\epsilon_0 r^3}$

$$\mathbf{E}_\parallel = \frac{\mathbf{p}}{2\pi\epsilon_0 r^3}$$



## Elektriskt flöde ( $\Phi$ )



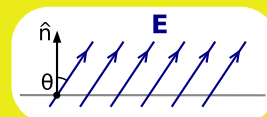
$$\Phi = \int_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \int_S \mathbf{E} \cdot \hat{\mathbf{n}} \, dS$$

S: Yta det elektriska fältet går igenom  
 $\hat{\mathbf{n}}$ : Ytnormal (vektor vinkelrät mot ytan, längd 1)

$$d\mathbf{S} = \hat{\mathbf{n}} \, dS \quad (\text{notation})$$

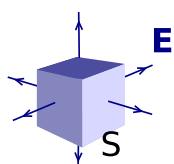
**Specialfall:**

$$\mathbf{E} \cdot \hat{\mathbf{n}} = E \cos(\theta)$$



$$\rightarrow \Phi = \int_S \mathbf{E} \cdot \hat{\mathbf{n}} \, dS = E \cos(\theta) \int_S dS = E S \cos(\theta)$$

flöde genom en sluten yta



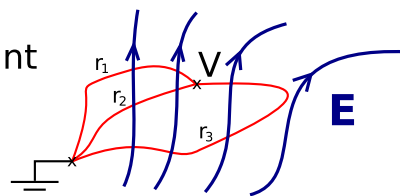
**Gauss sats**

$$\Phi_{\text{ut}} = \oint_S \mathbf{E} \cdot d\mathbf{S} = \frac{Q}{\epsilon_0} \quad \leftarrow \begin{array}{l} \text{innesluten} \\ \text{laddning} \end{array}$$

## Potential (V)

$$-\nabla V = \mathbf{E}, \quad \text{eller ekvivalent: } V = - \int_r \mathbf{E} \cdot d\mathbf{r} + \text{konstant}$$

V är väldefinierad efter att nollnivå - "jord" har valts.  
 Alla integrationsvägar ( $r_1, r_2, r_3$ ) ger samma resultat



Spänning (U)

"Skillnad i elektrisk potential"

$$U_{ab} = V_b - V_a \quad [\text{V}]$$

Potentiell energi ( $\epsilon_{\text{pot}}$ )

$$\epsilon_{\text{pot}} = q V \quad [\text{J}]$$

Arbete att flytta en laddning i ett elektriskt fält:

$$W_{ab} = q (V_b - V_a) = q U_{ab} = \epsilon_{\text{pot},b} - \epsilon_{\text{pot},a}$$

## Hemtal

### Hemtal: F070604 - Skansen uppg 4

Många djurparker (och bönder) använder elstängsel för att hålla djur och människor åtskiljda. En del anser att djuren aldrig behöver nudda stängslet för att hålla sig borta utan att de i stället känner fältet runt det. Antag att man har två trådar bredvid (i sidled) varandra på ngn cm avstånd, trådarna har motsatt laddning (en plus och en minus). Ungefär hur mycket starkare är fältet på 3dm avstånd jämfört med på 1m?