

Sammendrag, uke 4 (25. og 26. januar)

### Elektriske feltlinjer

[FGT 22.2; YF 21.6; TM 21.5; AF 21.6; LHL 19.6; DJG 2.2.1]

- gir en visuell framstilling av  $\mathbf{E}$  i et område
- $\mathbf{E}$  ligger tangentielt til feltlinjene overalt
- styrken på  $\mathbf{E}$  (dvs  $|\mathbf{E}|$ ) er proporsjonal med tettheten av feltlinjer, dvs antall feltlinjer pr flateenhet

Konsekvenser av dette er bl.a. at

- feltlinjene går radielt *ut fra* positive (punkt-)ladninger og radielt *inn mot* negative ladninger
- like mange feltlinjer går ut fra ladning  $+Q$  som inn mot  $-Q$

### Elektrisk dipol

[FGT 22.1; YF 21.7; TM 21.4; AF 21.11; LHL 19.10; DJG 2.2.1, 3.4.2]

Dersom vi har to ladninger  $q$  og  $-q$  i en viss innbyrdes avstand, har vi en elektrisk dipol. Avstandsvektoren  $\mathbf{d}$  fra den negative ladningen  $-q$  til den positive ladningen  $q$  beskriver hvordan de to er lokalisert i forhold til hverandre.

Dipolens elektriske *dipolmoment*  $\mathbf{p}$  defineres da slik:

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

Dipolmomentet er altså en *vektor* som peker fra den negative mot den positive ladningen, med størrelse lik produktet av ladningen  $q$  og avstanden  $d$ .

Enhet for elektrisk dipolmoment:  $[p] = [qd] = \text{Cm}$ .

### Elektrisk potensial

[FGT 24.2; YF 23.2; TM 23.1; AF 21.9; LHL 19.9; DJG 2.3.1, 2.3.2, 2.4.1]

Vi har en *konservativ* kraft  $\mathbf{F}$  dersom arbeidet  $\int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$  er uavhengig av veien mellom startposisjonen  $A$  og sluttposisjonen  $B$ .

Eksempler på konservative krefter: Gravitasjonskraften mellom to masser. Den elektrostatiske kraften mellom to ladninger.

Eksempel på ikke-konservativ kraft: Friksjon.

Mer generelt har vi et *konservativt vektorfelt*  $\mathbf{G}$  dersom *veiintegralet*  $\int_A^B \mathbf{G} \cdot d\mathbf{l}$  er uavhengig av integrasjonsveien mellom  $A$  og  $B$ .

For et konservativt vektorfelt  $\mathbf{G}$  gjelder:

$$\oint \mathbf{G} \cdot d\mathbf{l} = 0$$

der  $\oint$  angir integral rundt *lukket kurve* i rommet.

For konservativ kraft  $\mathbf{F}$  har vi en *potensiell energi*  $U$  slik at arbeidet utført av  $\mathbf{F}$  på “systemet” (f.eks. ladningen som flyttes) ved en forflytning fra  $A$  til  $B$  tilsvarer *endringen* i systemets potensielle energi:

$$\Delta U = U_B - U_A = - \int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$$

[Fortegnssjekk: Forflytning av masse  $m$  oppover, dvs *mot* tyngdekraften  $m\mathbf{g}$ , gir økt potensiell energi og samtidig er  $\mathbf{F} \cdot d\mathbf{l} < 0$ , altså er fortegnet OK!]

På samme måte som at det var hensiktsmessig å innføre elektrisk felt  $\mathbf{E} = \mathbf{F}/q =$  elektrisk kraft pr ladningsenhet, er det nå hensiktsmessig å innføre *elektrisk potensial* som *potensiell energi pr ladningsenhet*:

$$V = U/q$$

Enhet for elektrisk potensial:  $[V] = [U/q] = \text{J/C} \equiv \text{V}$  (volt)

### Sammenhengen mellom elektrisk potensial $V$ og elektrisk felt $\mathbf{E}$

[FGT 24.2; YF 23.2; TM 23.1; AF 21.10; LHL 19.9; DJG 2.3.1]

En ladning  $q$  som påvirkes av en elektrostatisk kraft  $\mathbf{F}$  har en forskjell i potensiell energi

$$\Delta U = U_B - U_A = - \int_A^B \mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}$$

mellom punktene  $A$  og  $B$ . Da må den *elektriske potensialforskjellen*  $\Delta V$  mellom punktene  $A$  og  $B$  være

$$\Delta V = V_B - V_A = \frac{\Delta U}{q} = - \int_A^B \frac{\mathbf{F} \cdot d\mathbf{l}}{q} = - \int_A^B \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

Alternativ enhet for elektrisk felt:  $[E] = [V/l] = \text{V/m}$

Merk deg at mens elektrisk felt er en *vektorstørrelse*, så er elektrisk potensial en *skalar størrelse*.

Merk: Bare *forskjeller* i elektrisk potensial (og potensiell energi) har fysisk betydning. Kan fritt velge nullpunkt for potensialet. Vanlig valg:  $V(r \rightarrow \infty) = 0$ . Dermed, for punkt  $P$ :

$$V_P = - \int_{\infty}^P \mathbf{E} \cdot d\mathbf{l}$$

(Vi kan ikke alltid velge  $V(r \rightarrow \infty) = 0$ . Det skal vi se eksempler på etterhvert.)