Institutt for fysikk, NTNU
TFY4155/FY1303: Elektrisitet og magnetisme
Vår 2004

Sammendrag, uke 4 (23. januar)

Elektriske feltlinjer [FGT 23.2; YF 22.8; AF 21.6; LHL 19.6; G 2.2.1]

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

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 potensial [FGT 25.2; YF 24.3; AF 21.9; LHL 19.9; G 2.3.1, 2.3.2, 2.4.1]

Vi har en *konservativ* kraft $\boldsymbol{F}$ dersom arbeidet $\int_A^B \boldsymbol{F}\cdot d\boldsymbol{l}$ 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* $\boldsymbol{G}$ dersom *veiintegralet* $\int_A^B \boldsymbol{G}\cdot d\boldsymbol{l}$ er uavhengig av integrasjonsveien mellom A og B.

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

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

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

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

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

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

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

$$V = U/q$$

Enhet for elektrisk potensial: $[V] = [U/q]$ = J/C ≡ V (volt)

Energienheten elektronvolt [FGT 25.5; YF 24.3; AF 21.9; LHL 19.9]
(ikke forelest, men kjekt å ha hørt om...)

En *hensiktsmessig* energienhet:
1 elektronvolt = 1 eV = $e \cdot 1$V = $1.6 \cdot 10^{-19}$C·1 J/C = $1.6 \cdot 10^{-19}$ J
= endringen i potensiell energi for en elementærladning som flyttes mellom to punkter med en potensialforskjell på 1 volt
Hvorfor eV istedetfor J?

- avstand mellom energinivåer i atomer er av størrelsesorden 1 eV
- selv i partikkelfysikk og høyenergifysikk har partiklene energier som er langt mindre enn 1 J, f.eks. MeV (= 10^6 eV) eller GeV (= 10^9 eV)
- termisk energi, $k_B T$, ved romtemperatur (T = 300 K) er ca 25 meV

Med andre ord: Målestokken 1 J er for stor for mange områder i fysikken. Målestokken 1 eV (evt meV, keV, MeV, GeV...) er mere passe.