Rafmætti (Rafstöðumætti)
Kafli 23

Klassísk aflfræði einfaldaðist þegar áherslan var færð frá „kröftum" yfir á „mætti og orkuvarðveislu"

– Gerum samskonar í rafstöðufræði

Krafturinn á milli hleðslna er sama forms og sá milli massa

→ $\boxed{\text{Coulomb krafturinn er geyminn}}$

almennt var (E-1)

$$U_B - U_A = -\int_A^B \bar{F}_c \cdot d\bar{s}$$

Breyting stöðuorku þ. ögn heyfist frá A til B er jöfn neikvæði vinnu geymna kraftsins (óháð leið)

Fyrir hlaðna ögn í rafsviði er

$$dU = -\bar{F}_c \cdot d\bar{s} = -q\bar{E} \cdot d\bar{s}$$

Í samræmi við að rafsvið er einungis háð hleðslunum sem valda því (ekki tilrauna hleðslu) er skilgreint

rafmætti:

$$dV = \frac{dU}{q} = -\bar{E} \cdot d\bar{s}$$

Rafmættið og rafsviðið eru óháð hleðslunni sem þau verka á

$$\boxed{V_B - V_A = -\int_A^B \bar{E} \cdot d\bar{s}}$$

veg-heildi

Geyminn kraftur → heildið er óháð leið

Eining rafmættis $V(\bar{r})$ og spennunnar ΔV er J/C.

Hleðsla Q veldur rafsviði $\bar{E}$, Skilgreinum viðmiðunarpunkt rafmættis í óendanlegri fjarlægð $V_{A=\infty} = 0$

þá er $V_B - 0 = -\int_A^B \bar{E} \cdot d\bar{s}$

qV_B er jafnt þeirri ytri vinnu sem þarf t.þ.a. færa hleðsluna q frá A til B án þess að hreyfiorka q sé breytt

---

Fyrir einstakar eindir er oft heppilegt að nota orkueininguna rafeindavolt

$$E = e\Delta V$$

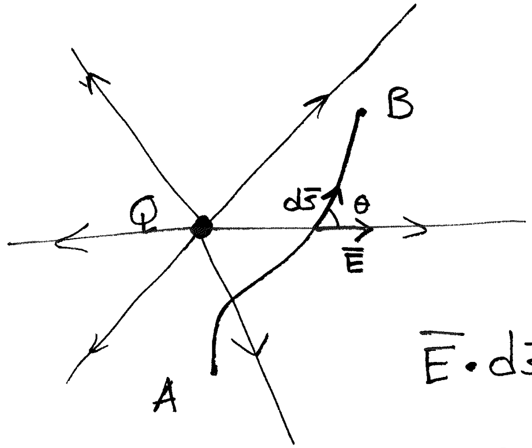
$$1\,\text{eV} \approx 1.6 \cdot 10^{-19}\,J$$

Rafmætti punkthleðslna

Ein punkt hleðsla Q

$$\rightarrow \bar{E} = E_r \hat{r} = \frac{kQ}{r^2}\hat{r}$$

radial átt í kúluhnitum (einingarvigur)



$$\bar{E} \cdot d\bar{s} = \overbrace{E_r\,dr}^{E_r \cdot ds \cdot \cos\theta}$$

$$V_B - V_A = -\int_A^B E_r\,dr = -\int_A^B \frac{kQ}{r^2}\,dr$$

$$= kQ\left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A}\right)$$

veljum $r_A \rightarrow \infty$ og $r_B = r$ (táknum)

$$\rightarrow \boxed{V(r) = \frac{kQ}{r}}$$

Rafmætti nokkurra hleðslna

fjarlægð Q_i frá athugunar punkti P er r_i

→ rafmættið í P er

línuleg samlagning

$$V(P) = \sum_i \frac{kQ_i}{r_i}$$

Stöðuorka nokkurra hleðslna

stöðuorka einnar hleðslu q í rafmætti V er

$$U = qV$$

→ stöðuorka tveggja hleðslna, þars

$$U = \frac{kqQ}{r}$$

r er fjarlægðin á milli q og Q

N-hleðslur

→ summa yfir öll pör

$$U = \frac{1}{2}\sum_{\substack{i=1\\ j\neq i}}^{N} \frac{k q_i q_j}{r_{ij}}$$

fjarlægð milli q_i og q_j

Kemur í veg fyrir tvítalningu para!

ekki víxlverkun við sjálfa sig!

Sú vinna ytri krafts sem þarf til þ.a. flytja hleðslurnar úr ∞ í þessa stöðu

Rafmætti $V(\bar{r})$ þekkt

$$dV = -\bar{E}\cdot d\bar{r}$$

$$= -(E_x dx + E_y dy + E_z dz)$$

einnig gildir

$$dV = \frac{\partial V}{\partial x}dx + \frac{\partial V}{\partial y}dy + \frac{\partial V}{\partial z}dz$$

$$\rightarrow E_x = -\frac{\partial V}{\partial x}, \quad E_y = -\frac{\partial V}{\partial y}$$

$$E_z = -\frac{\partial V}{\partial z}$$

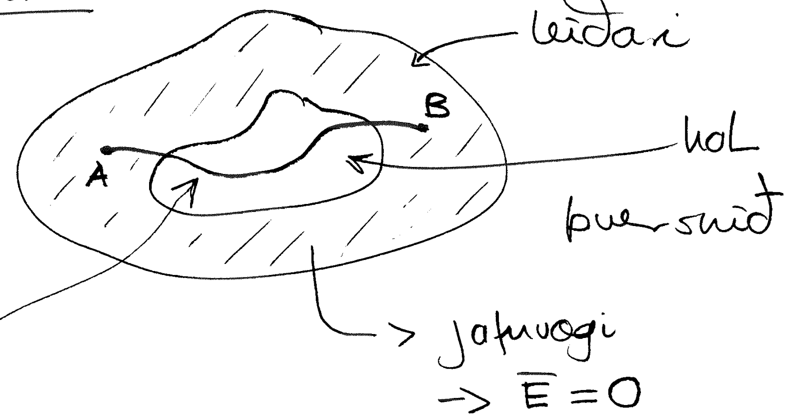
eða $\boxed{\bar{E} = -\bar{\nabla} V}$

$\bar{E}$ er neikvæður stigull V

V skalar stærð, oft einf. að reikna heldur en $\bar{E}$

síðan má finna $\bar{E}$

Leiðarar



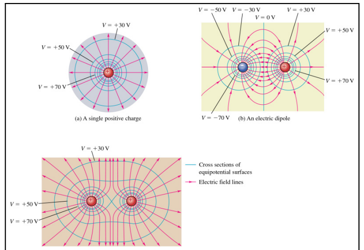
$$V_B - V_A = -\int \bar{E}\cdot d\bar{r} = 0$$

fyrir alla punkta A og B í leiðaranum

óháð heildisslóð jafnvel um holrúmið

→ $\bar{E} = 0$ innan leiðara

leiðari er allur með sömu spennu V



(a) A single positive charge

(b) An electric dipole

(c) Two equal positive charges