

# ENERGIAN SIIRRON HÄVIÖT

28.09.2024

*Kun matalamman entropian tilasta siirrytään korkeamman entropian tilaan, energiaa menetetään häviöihin....*

*Myös: Kun energiaa annetaan siirtyä matalamman energian tilaan, energiaa menetetään häviöihin sähkömagneettisena lämpö- tai pidempiaaltoisena säteilynä ympäristöön.*

## Energian häviö veden valuessa astiasta toiseen

Saavi täynnä vettä ja samanlainen saavi tyhjä. Muoviletku upotetaan veteen ja sormella tukitaan letkun toinen pää, joka lasketaan tyhjään astiaan, ja annetaan lapposysteemin toimia.

Aikansa veden virrattua, saavien veden pinnat asettuvat samalle tasolle.

Alussa potentiaalienergia  $E = mg \cdot h$

Lopussa  $E = mg \cdot h/2$

Mihin katosi energiasta puolet?

Mihinkäs muuhun kuin virtauksen lämpöhäviöihin.

## Energian häviö kondensaattorien keskinäisessä energian siirrossa

On kaksi saman kapasitanssin kondensaattoria  $C$  - toinen varattuna ja toinen tyhjä.

Kondensaattorin energia  $E$  saadaan differentiaaliyhtälöstä, kun  $Q$  varaus (sähkömäärä),  $U$  jännite.

$$dE = (Q/C) dQ ; E = \frac{1}{2} Q^2/C = \frac{1}{2} QU ; \text{ kun } CU = Q$$

Kytetään lyhyillä noin 1,5 neliön hopealangoilla konkat rinnan: miinukset yhteen ja plussat yhteen. (Ensin miinukset yhteen ja sitten hyvin nopealla liikkeellä plussat, ettei synny kipinöintiä.)

Kun varaus jakautuu puoliksi, jännite putoaa puoleen, jolloin energia  $\frac{1}{2} Q \frac{1}{2} U = \frac{1}{4} QU = \frac{1}{2} E$

*Kysymys:*

Mihin katosi puolet varausenergiasta, kun hopealankojen vastus on pieni - käytännössä 0 ohmia?

*Vastaus:*

Jos kondensaattorit johtimineen ovat täysin häviöttömiä, piirin induktanssi ja kapasitanssi muodostavat värähtelypiirin, ja kaikki energia säteilee vaimenevana sähkömagneettisena aaltoliikkeenä ympäristöön piirin resonanssitaajuudella. (Kun induktanssi on hyvin pieni ja kapasitanssi suuri, kokonaista siniaaltoa ei ehkä synny.)

Häviöttömiä komponentteja ei ole, joten häviöitä muodostuu myös hiukan kondensaattoreiden sisäisissä resistansseissa ja eristehäviöissä ja johtimien resistansseissa sm-häviöiden ohella.

Nyt värähtelypiirin taajuus on matalampi kuin häviöttömillä kondensaattoreilla, sillä resistanssi värähtelypiirissä laskee piirin ominaistaajuutta. Samoin säteilyenergia on pienempi, koska resistanssi ja eristehäviöt ovat pois säteilyenergiasta lämpöhäviöinä.

Värähtelytaajuuden kulmanopeus  $\omega = 2\pi f$ , josta taajuus  $f = \omega/2\pi$

;  $\omega = 1/\sqrt{LC}$  ; L induktanssi, C kapasitanssi, kun C häviötön

;  $\omega = (1/\sqrt{LC}) \cdot 1/\sqrt{1+1/Q^2}$  ; Q piirin hyvyys ; C todellinen, (tässä Q ei siis ole varaus)

;  $Q = \text{induktiivinen reaktanssi/resistanssi} = 1/(\text{kapasitiivinen reaktanssi} \cdot \text{resistanssi})$ .