

Yo-tehtävä K2013/7: (t. 13.10, s. 198)

a) Listataan ensin levykondensaattorin kapasitanssin kaavaan $C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$ sijoitettavat arvot.

Ilman suhteellinen permittiivisyys on $\epsilon_r = 1,0006$,

ϵ_0 on sähkövakio ($\approx 8,85419 \cdot 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}}$),

levyjen välimatka $d = 5,7 \text{ mm}$ ja

levyn pinta-ala $A = \pi r^2$, missä $r = \frac{18,0 \text{ cm}}{2} = 9,0 \text{ cm}$.

Levykondensaattorin varaus Q saadaan ratkaistua kaavasta $C = \frac{Q}{U}$, kun $U = 48 \text{ V}$.
Laskinohjelmalla saadaan tulokseksi

$$Q = CU = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d} U \approx 1,9 \text{ nC}$$

$\epsilon_r = 1.0006$	1.0006
$d = 5.7 \cdot \text{mm}$	$0.0057 \cdot \text{m}$
$r = 9. \cdot \text{cm}$	$0.09 \cdot \text{m}$
$a = \pi \cdot r^2$	$0.025447 \cdot \text{m}^2$
$c = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{a}{d}$	$3.95521\text{E-}11 \cdot \text{F}$
$u = 48 \cdot \text{V}$	$48. \cdot \text{V}$
$q = c \cdot u$	$1.8985\text{E-}9 \cdot \text{coul}$

Kondensaattorin energia on

$$E_C = \frac{1}{2}QU \approx 4,554 \cdot 10^{-8} \text{ J} \approx 46 \text{ nJ}$$

$$ec := \frac{1}{2} \cdot q \cdot u$$

$$4.5564\text{E-}8 \cdot \text{ _J}$$

- b)** Elektronit eivät pääse siirtymään levyiltä, koska kondensaattori on kytketty irti. Varaus siis säilyy, joten myös nyt $Q \approx 1,9 \text{ nC}$.

Ratkaistaan kondensaattorin energia verrannollisella päättelyllä.

Levykondensaattorin $C = \varepsilon_r \varepsilon_0 \frac{A}{d}$ kapasitanssi muuttuu kääntäen verrannollisesti levyjen välimatkaan. (Muut suureet pysyvät vakiona.)

Siis kun levyjen välimatka kasvaa suhteessa $\frac{25,0}{5,7}$, niin kapasitanssi pienenee suhteessa $\frac{5,7}{25,0}$.

Toisaalta kaavan $C = \frac{Q}{U}$ perusteella kapasitanssi ja jännite ovat kääntäen verrannollisia, kun varaus Q on vakio.

Siis kun kapasitanssi pienenee suhteessa $\frac{5,7}{25,0}$, niin jännite kasvaa suhteessa $\frac{25,0}{5,7}$.

Kondensaattorin energia $E_C = \frac{1}{2}QU$ on suoraan verrannollinen jännitteeseen, joten se kasvaa samassa suhteessa kuin jännite.

Kondensaattorin energia on nyt

$$E_C = 45,54 \text{ nJ} \cdot \frac{25,0}{5,7} \approx 199,7 \text{ nJ} \approx 200 \text{ nJ}$$

- c) Kondensaattorin energia kasvaa. Energiaa tulee mekaanisesta työstä sähköistä voimaa vastaan, kun levyjä siirrettään kauemmaksi toisistaan. (Erimerkkiset levyt vetävät toisiaan puoleensa, joten tarvitaan ulkoinen voima siirtämään ne kauemmaksi toisistaan.)