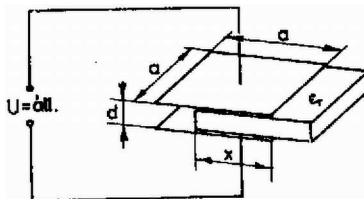


Vizsgáljuk meg az energiaviszonyokat akkor, amikor a szigetelő lapból még x hosszúságú rész „lóg be” a kondenzátor lapjai közé. Ekkor a kapacitás,

$$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x),$$

mert párhuzamosan van kapcsolva egymással az x hosszúságú, ε_r relatív dielektromos állandójú szigetelővel kitöltött kondenzátor és az $a - x$ hosszúságú, amelynek lapjai között vákuum van. Ha kis Δx -szel tovább húzzuk a szigetelő lapot, akkor $F \cdot \Delta x$ munkát végzünk (F a keresett erő), de a kondenzátor energiája is csökken. Hová tűnik ez a kétféle energia? A kondenzátor lapokról ΔQ töltés áramlik vissza a telepbe, ehhez $\Delta Q \cdot U$ energiára van szükség.



x távolságra kihúzva	Δx -szel való továbbhúzás után
$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x),$	$C = \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x - (\varepsilon_r - 1)\Delta x),$
$Q = U \cdot C = U \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x),$	$Q = U \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x - (\varepsilon_r - 1)\Delta x),$
$W = \frac{1}{2}U^2 C = \frac{1}{2}U^2 \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x),$	$W = \frac{1}{2}U^2 \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r x + a - x - (\varepsilon_r - 1)\Delta x).$

A kondenzátor energiájának csökkenése:

$$\Delta W = \frac{1}{2} U^2 \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r - 1)\Delta x,$$

a telepbe visszaáramlott töltés:

$$\Delta Q = U \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r - 1)\Delta x.$$

Az energiamegmaradás törvénye szerint:

$$F \cdot \Delta x + \Delta W = U \cdot \Delta Q,$$

azaz

$$F \cdot \Delta x + \frac{1}{2} U^2 \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r - 1)\Delta x = U^2 \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r - 1)\Delta x.$$

Innen

$$F = \frac{1}{2} U^2 \frac{\varepsilon_0 \cdot a}{d}(\varepsilon_r - 1),$$

függetlenül x nagyságától.

Megjegyzés. „Könnyen” lehet jó eredményre jutni úgy, hogy a végzett munkát a kondenzátor energiaváltozásával azonosítjuk, és egy előjelről elfeledkezünk. Az ilyen megoldás természetesen hibás.