

Jelölje a kezdeti feszültséget U_0 . A rendszer elektromos végállapotát a töltésmegmaradás és feszültségkiegyenlítődés figyelembevételével határozzuk meg:

$$Q_1 + Q_2 = 2U_0C, \quad U = \frac{Q_1}{\varepsilon C} = \frac{Q_2}{C}.$$

Ezért a kondenzátorokon levő töltés és feszültség

$$Q_1 = \varepsilon Q_2 = \frac{2U_0C \cdot \varepsilon}{1 + \varepsilon}, \quad U = \frac{Q_1}{\varepsilon C} = \frac{2U_0}{1 + \varepsilon}.$$

Az elektromos tér energiájának változása

$$\Delta W = CU_0^2 - \frac{1}{2} C(\varepsilon + 1)U^2 = U_0^2 C \cdot \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1}.$$

A dielektrikummal való kitöltéskor az elektromos tér munkát végez a kitöltő anyagon is. Ez nem a polarizációval kapcsolatos munka (ezt már figyelembe vettük a kapacitás megváltozásával), hanem mechanikai munka: az elektromos tér az anyagot a kondenzátorba húzza. Ha ezt a munkát K -val, a feszültségkiegyenlítődés közben az ellenálláson fölszabaduló hőt J -vel jelöljük,

$$\Delta W = K + J.$$

J -t akkor számolhatjuk ki, ha pontosan megmondjuk, hogyan töltjük ki a kondenzátort az anyaggal. A feladat megoldásához tehát további feltételezések szükségesek.

1. Az ellenállás korlátozza a létrejövő áramokat, s ezért, ha a dielektrikummal való kitöltés sokkal gyorsabb, mint az elektromos folyamatok, a kondenzátor töltése nem változik a kitöltés közben.

Így a mechanikai munka és a fölszabaduló hő:

$$K_0 = \frac{1}{2} CU_0^2 - \frac{1}{2} \frac{(CU_0)^2}{\varepsilon C} = \frac{1}{2} \left(\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon} \right) CU_0^2,$$

$$J = \Delta W - K_0 = CU_0^2 \frac{(\varepsilon - 1)^2}{2\varepsilon(\varepsilon + 1)}.$$

Adatainkkal: $J = \frac{5}{6} \cdot 10^{-6}$ joule.

Az adott kapcsolás mellett az elektromos folyamatok jellemző ideje

$$RC \approx 10^{-9} \text{ s},$$

így első feltételezésünk a gyakorlatban nem valósítható meg.

2. Ha a dielektrikumot szabadon hagyjuk mozogni, és így pusztán az elektromos tér húzza be, a rendszer mechanikailag zárt. A dielektrikum ki-be mozgást végez, az ellenálláson történő disszipáció miatt egyre kisebb kitérésekkel. Az egyensúly beállása után

$$\Delta W = J = U_0^2 C \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 1}.$$

Adatainkkal: $J = 2,5 \cdot 10^{-6}$ joule.

A valóságos folyamatoknál

$$\Delta W > J > \Delta W - K_0,$$

hiszen a két eset a legnagyobb és a legkisebb mechanikai munkavégzésnek felelt meg.

Szabó Zoltán (Bp., Apáczai Csere J. Gyak. Gimn., III. o. t.) dolgozata alapján