

**32. Nagy László Fizikaverseny**  
**Szalézi Szent Ferenc Gimnázium, Kazinbarcika**  
**2017. február 23 – 24.**

**J a v í t ó k u l c s**  
**11. osztály**

**3. feladat**

Adatok:	$\Delta Q_1 = ?$
$C_1 = 2 \mu\text{F} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$	$\Delta Q_2 = ?$
$C_2 = 4 \mu\text{F} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ F}$	$\Delta W = ?$
$U_1 = 100 \text{ V}$	$U'_{\text{közös}} = ?$
$U_2 = 0 \text{ V}$	$\Delta W' = ?$
$U_2^* = 200 \text{ V}$	$\Delta W'' = ?$
$U_{\text{közös}} = ?$	

a) Az 1. kondenzátor  $Q_1 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ C}$  töltést kap feltöltéskor. 1 pont

Összekapcsolás után a rendszeren is ennyi töltésnek kell lennie az elektromos töltésmegmaradás törvénye szerint.

E töltés egy része átvándorol az eredetileg töltetlen kondenzátorra.

A két kondenzátor eredő kapacitása:  $C = 6 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ , 1 pont

így a  $Q_1 = C \cdot U_{\text{közös}}$  egyenlet felhasználásával  $U_{\text{közös}} = \frac{100}{3} \text{ V}$  adódik. 1 pont

Ekkor viszont az eredetileg töltött kondenzátoron  $C_1 \cdot U_{\text{közös}} = \frac{2}{3} \cdot 10^{-4} \text{ C}$  töltés marad,

azaz átvándorolt az eredetileg töltetlen kondenzátorra  $\frac{4}{3} \cdot 10^{-4} \text{ C}$ . 1 pont

(És  $C_2 \cdot U_{\text{közös}}$  is tényleg ugyanennyi.) 1 pont

A rendszer energiája viszont nem marad állandó! Okai: a töltés-átrendeződéssel együtt járó elektromágneses mező felépülése és összeomlása; Joule-hő; stb.

Az eredeti energia:  $W_1 = 10^{-2} \text{ J}$ .

Összekapcsolás után az 1. kondenzátorban  $W_1' = \frac{1}{9} \cdot 10^{-2} \text{ J}$ ; 1 pont

a 2. számúban  $W_2' = \frac{2}{9} \cdot 10^{-2} \text{ J}$  lesz. 1 pont

Ez összesen is csak  $\frac{1}{3} \cdot 10^{-2} \text{ J}$ , 1 pont

tehát  $\frac{2}{3} \cdot 10^{-2}$  joule energia disszipálódott a rendszerből. 1 pont

b) Ha a 2. számú kondenzátor is töltve volt, azon  $Q_2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ C}$  töltés van. 1 pont

Viszont **párhuzamosan kapcsolni őket kétféleképpen lehet:**

- vagy az azonos előjelű töltésekkel rendelkező fegyverzeteket,
- vagy az ellentétes előjelűeket kapcsoljuk össze egymással.

Az első esetben a rendszer össztöltése  $Q' = Q_1 + Q_2 = 10^{-3} \text{ C}$  lesz, ami megmarad. Az eredő kapacitás felhasználásával a kondenzátorok közös feszültsége  $U'_{\text{közös}} = \frac{500}{3} \text{ V}$  lesz. 1 pont

Az eredeti össztöltés eloszlik a két kondenzátoron: az 1. számún  $\frac{4}{3} \cdot 10^{-4}$  coulombbal növekedett a töltésmennyiség, a 2. számún pedig ugyanennyivel csökkent. 1 pont

A rendszer energiacsökkenése:  $\Delta W' = \frac{2}{3} \cdot 10^{-2} \text{ J}$ . 1 pont

A második esetben a rendszer össztöltése  $Q'' = Q_2 - Q_1 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ C}$  lesz, hiszen részben semlegesítik egymást. Ez a „maradék” töltés fog eloszlni a két kondenzátoron. Az eredő kapacitás felhasználásával a kondenzátorok közös feszültsége  $U'' = 100 \text{ V}$  lesz. 1 pont

Látszólag az 1. kondenzátoron nem változott semmi, pedig az ő töltését először semlegesítette a másik kondenzátorról odaáramló ellenkező előjelű töltés, majd *ellenkező polaritással ugyanakkora feszültségre töltötte*. Így az ő töltésváltozása  $4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ . 1 pont

A 2. számú feszültsége fele lett az eredetinek, így a töltése is: róla hiányzik  $4 \cdot 10^{-4} \text{ C}$ .

A környezetbe disszipálódott energia pedig ebben az esetben:  $\Delta W'' = 6 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ . 1 pont

**Összesen: 20 pont**