



A 2018/19. tanévi
Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny
Döntő forduló

FIZIKA II. KATEGÓRIA

FELADATOK

Kondenzátor töltése piezoelektromos lemez deformálásával.

Bevezetés

A piezoelektromosságról csak a feladat megoldásához szükséges ismereteket közöljük. Azok részére, akiknek felkeltettük a téma iránti érdeklődését, néhány forrást ajánlunk, melyek segítségével elkezdheti ismereteik bővítését.

Piezoelektromos anyagból megfelelő módon készült minta egyes felületein mechanikai igénybevétel esetén elektromos töltés jelenik meg. A keletkezett elektromos töltés és az alkalmazott húzó- vagy nyomó erő között arányosság figyelhető meg. Ha a nyomási igénybevételt húzás váltja fel, a töltések előjele megváltozik.

A kondenzátorokkal kapcsolatban a középiskolában tanultak közül kiemeljük a kisülési folyamatra vonatkozó összefüggést. A kondenzátor feszültségének időbeli változása:

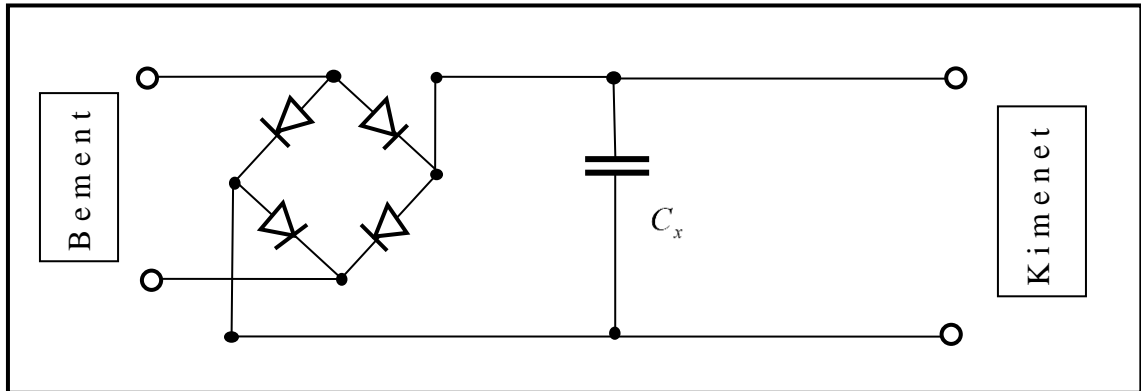
$$u = U \cdot e^{-\frac{t}{RC}}.$$

A $t = 0$ időpontban a C kapacitású kondenzátor feszültsége U , és a kisülés az R ellenálláson keresztül történik.

A feladatok megoldásához rendelkezésre álló eszközök:

- 1 db vas **alaplapp**;
- 1 db. az alaplapon mágnesekkel rögzíthető **rugó-befogó** műanyag tömb, az egyik végén befogott bronz laprugóval együtt. A függőleges síkú rugó „szabad” hossza 10 cm, szélessége 2,6 cm, vastagsága 0,5 mm. A rugón a befogás közelében található egy felragasztott **piezoelektromos lapka**. A piezoelektromos lapka a két elektródájára forrasztott vezetékek végén lévő banándugók segítségével csatlakoztató a műanyag dobozban lévő kapcsolás (lásd később) bemeneti pontjaihoz. (Fekete banánhüvely.)
- 1 db „**erőmérő**”. Elektronikus mérleg érzékelőjét vízszintes tengelyű mikromozgató végére erősítettük. A mikromozgató 0,5 mm-es menetemelkedésű csavarral mozgatható. Az érzékelőre szerelt réz csúcs, pontszerű csatlakozást tesz lehetővé a rugó és az érzékelő között. A mikromozgatót mágnesek rögzítik az alaplaphoz. A mérleg kijelzője grammokban jelzi ki a terhelést!
- 1 db „**ütköző**”, amely az alaplappra mágnessel rögzíthető műanyag tömbbe épített 1 mm-es menetemelkedésű csavar végén található. Az ütköző a rugóvég meghatározott deformációjának biztosítására szolgál.

- 1 db kapcsolási elemeket tartalmazó **műanyag doboz**.



A dobozban egy kétutas egyenirányító – négy diódából álló - „Graetz”- kapcsolás található. (Az egyenirányítók váltakozó áramot alakítanak át lüktető egyenárammá. A kétutas egyenirányító a váltakozó áram pozitív és negatív periódusában is azonos irányú egyenáramot biztosít a kimenetén.) Az egyenirányítókön kívül egy ismeretlen kapacitású **kondenzátor** található. A kondenzátor két elektródája közötti ellenállás $>10^2 \text{ M}\Omega$.

- 1 db HAMEG gyártmányú, HM8011 típusú **digitális multiméter**. A multiméter bemenő ellenállása $10 \text{ M}\Omega$ (A használati utasítása a mérőhelyen található.)
- 3 db „mérőzsinór”;
- 1 db „tömeg”, az egyik oldalán ragasztó felülettel;
- 3 db milliméterpapír;
- 1 db stopperóra.

Megoldandó feladatok.

a) A laprugó végének deformálásához szükséges erő mérése

Végezzen méréseket a rugóvég erő – elmozdulás függvényének meghatározásához, a 0 és a 10 mm-es deformációs tartományban. Mérési eredményeit adja meg táblázatban és szemléltesse grafikonon. A mérési pontokra illesszen egyenest és adja meg ennek az egyenletét. (Az erőt N -ban, az elmozdulást mm -ben adja meg.)

(8 pont)

b) Bevezető mérések

A piezoelektromos lapka elektródáit csatlakoztassa a Graetz-híd bemenetére. Az ismeretlen kapacitású kondenzátor feszültségét két kivezetése között mérheti. Az ütközőt állítsa be úgy, hogy a rugót mindig azonos mértékben tudja deformálni. A rugóvég elmozdulása ismételhetően 10 mm legyen. Keresse meg a rugó deformálásának azt a módját, mely segítségével a kondenzátor feszültsége néhány egymás utáni deformációt követően közel azonos nagyságú és lehetőleg minél nagyobb legyen.

Határozza meg a kondenzátor feszültségét (fentiek szerint eljárva) 10 egymás után végrehajtott deformáció után. Adja meg mérése eredményét.

A rugó végére ragassza fel a **tömeget**. Ismételje meg a fenti mérés tûgy, hogy az egyes deformációk között a tömeg néhány rezgést végezhesen. A cél most is a minél nagyobb töltési feszültség elérése. Adja meg 10 egymás után végrehajtott (10 mm-es) deformáció után mért feszültséget.

Ismertesse, miként hajtotta végre a rugóvég deformációját. Az ismertetést egy vázlatos rajzzal egyszerűsítheti. Hasonlítsa össze az előző két mérés eredményét, és ha eltérést tapasztal a végeredmények között, magyarázza ennek okát. A későbbiekben az Ön által kedvezőbbnek talált eljárást alkalmazza.

(6 pont)

c) Az ismeretlen kapacitású kondenzátor kisülésének vizsgálata a kimenetére kapcsolt feszültségmérő műszeren keresztül

Töltse fel a kondenzátort a Graetz-kapcsoláson keresztül egy Ön által választott feszültségre (példáut 5V - ra), majd mérje a kondenzátor feszültségének időbeli változását. Mérési eredményeit adja meg táblázatban és tüntesse fel grafikonon. (Nem szükséges a teljes kisülésig vizsgálnia a folyamatot!) Mérési eredményeit jelenítse meg úgy is, hogy mérési pontjaira egyenest illeszthessen. Határozza meg a kapott egyenes meredekségét.

(8 pont)

d) A kondenzátor töltődésének vizsgálata

Töltse a kondenzátort a Graetz-kapcsoláson keresztül. Határozza meg a töltődő kondenzátor feszültségét a deformációs szám függvényében 10 mm-es deformáció alkalmazása esetén. A töltést lehetőleg a legnagyobb hatásfokkal végezze! Mérési eredményeit foglalja táblázatba, és tüntesse fel grafikonon. Magyarázza a grafikon menetét, és adja meg a legnagyobb feszültség értékét, amelyre a rendelkezésére álló összeállítással a kondenzátort feltöltheti.

(8 pont)

- e) **Mérési eredményei felhasználásával határozza meg az ismeretlen kondenzátor kapacitását!** (5 pont)
- f) **Számítsa ki, hogy mekkora hatásfokkal töltötte fel a kondenzátort az első 10 deformálás alkalmával!** (5 pont)

Megjegyzések

- **A laprugó végét 10 mm-nél jobban ne mozdítsa el, mert nagyobb deformációnál sérülhet a felragasztott piezoelektromos lapka!**
- A feladatok megoldásához 4 óra áll rendelkezésére.
- Az elkészített jegyzőkönyve minden lapján, az első oldal jobb felső sarkában tüntesse fel a kódját, és csak a kódját. Egyéb azonosításra alkalmas információt (név, iskola, stb.) ne tüntessen fel!
- Munka közben vigyázzon önmagára és társaira, tartsa be az alapvető munkavédelmi szabályokat. Vigyázzon a használandó eszközökre.
- Ha a mérés során esetleg problémái jelentkeznek, forduljon a felügyelő tanárokhoz.
- Olyan jól olvasható jegyzőkönyvet készítsen, amely alapján méréseit meg lehetne ismételni.

EREDMÉNYES VERSENYZÉST KÍVÁNUNK!

Otthoni olvasásra:

Piezoelektromos elemeket számtalan helyen használnak, a gázgyújtótól a karórákig, az erőmérő- és gyorsulás-érzékelőktől egyes autók üzemanyag adagolójáig találkozhatunk velük. Magyar szabadalom van például arra, hogy a gyalogos közlekedők által deformált piezo elemekkel biztosítsák a közvilágítás energiaigényét.

Ismeretei bővítéséhez ajánlott irodalom:

- Budó Ágoston: Kísérleti fizika II. Bp. Tankönyvkiadó, 1991.
- Gémesi József: Kristályok a technikában. Bp. 1961.
- Gémesi József: Piezoelektromos anyagok. Bp. Tankönyvkiadó 1964.