

Kondenzátorok

1745-ben, Leiden városában Pieter van Musschenbroek töltéseket próbált meg tárolni. Eszköze a mai Leideni palack első változata, egy kézben tartott vizes pohár volt, mely lehetővé tette a nagymennyiségű töltés tarolását.

A kondenzátor, ahogy a nevéből is ered nem más, mint töltéssűrítő, vagyis nagyobb mennyiségű töltés tárolására alkalmas berendezés. Legegyszerűbb fajtája a síkkondenzátor, amely két párhuzamos fémlemezről, azaz két fegyverzetből, és a köztük lévő szigetelőből, azaz egy dielektrikumából áll.

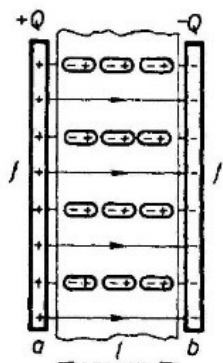
Egy ilyen síkkondenzátorral végzett kísérletből elég sok mindent meg lehet állapítani: A kísérlet során két párhuzamos fém felület közül az egyikre pozitív töltéseket vittünk (egy Van de Graaff-generátor segítségével), míg a másik fémlemez leföldeltük, majd erre a fémlmezre kötött kis fonalak a lemezek között a lemezekre merőlegesen álltak be. Ezt azzal magyarázhatjuk, hogy a pozitív többlettöltésű lemezen a pozitív töltések eltaszították a másik lemezről a negatív töltéseket, amik a földbe vándoroltak. Mivel elektrosztatikus mezőben az erővonalak mindig a pozitív töltésekről indulnak, és a negatívon végződnek, az első fegyverzeten minden pozitív többlet töltésről induló erővonal a másik fegyverzeten egy negatív töltésen végződik. A fonalak helyzete az erővonalakat jelzik a kondenzátor feltöltött állapotában. A kísérletből következik, hogy a kondenzátor két fegyverzete között homogén elektrosztatikus tér jön létre, és hogy a kondenzátor feltöltött állapotában, ha az egyik fegyverzeten Q töltés jelenik meg akkor a másik fegyverzeten $-Q$ töltés.

Ha a kísérlet elvégzése közben a fegyverzetek mellé egy elektroszkópot rakunk (teszünk vagy helyezünk jobb lenne), azt tapasztaljuk, hogy egy idő után az elektroszkóp mutatója nem tér ki jobban, vagyis nem jelez több töltést. Ebből arra lehet következtetni, hogy egy kondenzátorra véges számú töltést lehet vinni. A kondenzátoroknak ezt a jellemző tulajdonságát kapacitásnak nevezzük, jele C . A kondenzátorok kapacitásának mértékegysége F , farad, Faraday 18-19. századi angol kísérleti fizikusról kapta a nevét. A kapacitás megmutatja, hogy adott feszültség mellett mennyi töltést vihetek egy kondenzátorra: $C = \frac{Q}{U}$.

Ha kísérletet tovább folytatjuk azzal, hogy például a két lemezt egymáshoz közelítjük azt tapasztaljuk, hogy az elektroszkóp jobban kitér, tehát több töltést tudunk a kondenzátor fegyverzetére vinni. Ha azonban a két fegyverzet egymással szemben lévő felületét csökkentjük akkor az elektroszkóp kevesebb töltést mutat. A tapasztaltak alapján a kondenzátor kapacitása és a fegyverzetek felülete között egyenes, a fegyverzetek távolsága és a kapacitás között fordított arányosság van.

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \frac{A}{d}$$

ahol ϵ_0 a vákuum permittivitása, ϵ_r a vákuumhoz képest relatív permittivitás, $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k}$



Relatív permittivitással akkor kell számolnunk, ha a fegyverzetek közé valamilyen dielektrikumot is elhelyezünk, ugyanis ekkor nő a kondenzátor kapacitása. Ez a következőképpen magyarázható: a feltöltött kondenzátor hatására a homogén elektrosztatikus térben a szigetelő molekulái dipólusossá válnak, ezért ezek az erővonalak irányában rendezett láncokat alkotnak. A szigetelő belsejében az ellentétes pólusok egymást kioltják, a dielektrikum szélein az ún. polarizációs töltések a kondenzátor terével ellentétes teret hoznak létre, emiatt a kondenzátorban lecsökken a térerősség, tehát a lemezek közötti feszültség is ($U = E \cdot d$), tehát a kondenzátor kapacitása nő ($C = \frac{Q}{U}$).

Ha a feltöltött síkkondenzátor fegyverzetei közé kis fémgolyót lógatunk, akkor az elkezd a két fegyverzet között pattogni, majd lelassul és végül

megáll, amikor a két fegyverzetten a töltések ki egyenlítődtek (a golyó folyamatosan töltéseket szállít). A kísérletből arra kell következtetnünk, hogy a golyó mozgási energiája a kondenzátor fémlemezei közötti mező energiájából származik, tehát a feltöltött kondenzátornak van energiája. Ez az energia az alábbi képlettel adható meg:

$$E = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Gyakori kondenzátor típus a már említett síkkondenzátor és Leideni palack, illetve a forgókondenzátor és a henger kondenzátor. Sajnos ma ezek kapacitása nem elég nagy ahhoz, hogy korunk elvárásainak megfelelő mennyiségű energiát tároljanak, régen azonban a kondenzátor feltalálása lökést adott az elektromossággal kapcsolatos kísérleteknek. Napjainkban a kondenzátorokat például mikrofonokban vagy elektromos motorok zavaraszűrésére használják.