

Meno a priezvisko:

Škola:

Predmet:

Školský rok/blok:

Skupina:

Trieda:

Dátum:

Bilingválne gymnázium C. S. Lewisa, Beňadická 38, Bratislava

Fyzika

2009-2010 / B

Teória

Elektrické pole a elektrický prúd (pokračovanie 4)

Elektrické pole

2.3.3 Kapacita vodiča. Kondenzátor. Energia kondenzátora

Kapacita je schopnosť vodiča hromadiť na sebe elektrický náboj. Fyzikálna veličina **kapacita** C charakterizuje mieru tejto schopnosti. Je mierou úmernosti náboja nahromadeného na vodiči a jeho potenciálu:

$$C = \frac{Q}{\varphi}$$

Ak nabíjame osamotený vodič vo vákuu, medzi nábojom Q a potenciálom φ je priama úmernosť $Q = C \cdot \varphi$, táto konštanta úmernosti medzi nábojom a potenciálom sa nazýva kapacita C .

Jednotkou kapacity je **jeden farad** F . $[C] = \frac{[Q]}{[\varphi]} = \frac{[1C]}{[1V]} = [1F]$. Jeden farad je kapacita vodiča, ktorý sa nábojom $1C$ nabije na potenciál $1V$.

Kapacita vodiča tvaru gule s polomerom r je

$$C = \frac{Q}{\varphi} = \frac{Q}{\frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r}} = 4\pi\epsilon r \quad \text{kde} \quad \varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r}; \quad Q = 4\pi\epsilon r \varphi$$

Aby mala guľa kapacitu $1F$, musela by mať polomer $9 \cdot 10^9 m$. Farad je veľká jednotka kapacity, používame v praxi diely: $[mF]$, $[nF]$, $[pF]$. Kapacita vodiča závisí od veľkosti a tvaru vodiča, od prostredia okolo vodiča a od rozmiestnenia iných vodičov v okolí. Kapacita osamelého vodiča je veľmi malá, preto sa v praxi využívajú kondenzátory. Kondenzátor je vodič upravený tak, aby mal veľkú kapacitu. Najjednoduchší je doskový kondenzátor, čo je sústava dvoch plochých vodičov (rovnobežné dosky s plochou S a vzájomnou vzdialenosťou d) oddelených od seba tenkou vrstvou vzduchu alebo dielektrika.

Ak pripojíme k doskám kondenzátora napätie U , tak pre náboj, ktorý sa na nich nahromadí, bude platiť vzťah:

$$Q = C \cdot U$$

Kapacita kondenzátora závisí od vzájomnej vzdialenosti dosiek d , na plošnom obsahu účinnej plochy S (plocha dosiek, ktoré sa prekrývajú) a permitivite dielektrika ϵ .

$$C = \frac{\epsilon \cdot S}{d} = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S}{d}$$

Kondenzátor sa vďaka schopnosti hromadiť na sebe náboj môže stať krátkodobým zdrojom prúdu.

Energia elektrického poľa nabitého kondenzátora

Pri nabíjaní platňového kondenzátora sa koná práca. Postupným prenášaním náboja na jednu z platní kondenzátora zväčšuje sa celkový náboj Q tejto platne, čím sa zväčšuje aj napätie U medzi platňami. Pre vykonanú prácu platí:

$$W = \int F \cdot ds = \int EQ \cdot ds = \int Q \cdot dU = \int CU \cdot dU = C \int_0^U U \cdot dU = \frac{1}{2} CU^2 = \frac{1}{2} QU$$

Spojením kondenzátorov získame kondenzátor inej kapacity. Možno ich zapojiť paralelne alebo sériovo.

2.3.4 Kondenzátory

Podľa konštrukcie platní rozlišujeme kondenzátory:

- s papierovým, skleneným, šľudovým a keramickým dielektrikom,
- elektrolitické – sú tvorené dvomi (napríklad) hliníkovými fóliami, medzi ktorými je vrstva papiera napustená elektrolytom; na jednej fólii sa elektrochemicky vytvorí tenká vrstva oxidu, ktorá slúži ako dielektrikum; kapacita je rádovo od $10^{-6} F$ do $10^{-2} F$.

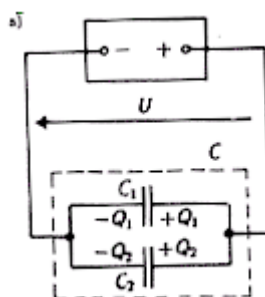
Otočné (ladiace) kondenzátory sú zhotovené tak, že môžeme plynule meniť účinnú plochu platní, ich kapacita býva v rozsahu od $300 pF$ - $500 pF$.

2.3.5 Kondenzátory

Zapojenie kondenzátorov:

1. Paralelne (vedľa seba)

Oba kondenzátory sa nabíjajú na napätie zo zdroja U . Na dosky oboch kondenzátorov sa musí priviesť celkový náboj Q :

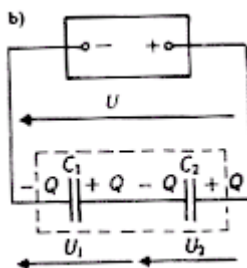


$$Q = Q_1 + Q_2 = U \cdot C_1 + U \cdot C_2 = U \cdot (C_1 + C_2) = U \cdot C$$

Sústava sa správa ako jeden kondenzátor, platí: $C = C_1 + C_2$

2. Sériovo (za sebou)

Na platniach spojených so svorkami zdroja vzniknú náboje $+Q$ a $-Q$. Na vodičoch medzi týmito platňami dôjde k javu elektrostatickej indukcie a náboj na všetkých kondenzátoroch bude $+Q$ a $-Q$. Napätia sa rozdelia medzi kondenzátory.



$$U = U_1 + U_2 = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2} = Q \cdot \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) = \frac{Q}{C}$$

Sústava sa správa ako jeden kondenzátor, platí: $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

Pri nabíjaní a vybíjaní kondenzátora dochádza k pohybu náboja v elektrickom poli, pri ktorom elektrické sily konajú prácu. Kondenzátor pri nabíjaní získava elektrickú energiu a pri vybíjaní ju stráca. V priebehu vybíjania sa napätie postupne znižuje so znižovaním náboja na platniach. Náboj je prenášaný pri menšom napätí ako pri začiatku deja. V priemere je to $\frac{U}{2}$. Celková elektrická práca W pri vybití kondenzátora a tiež počiatočná elektrická energia kondenzátora E_C je:

$$E_C = W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$$