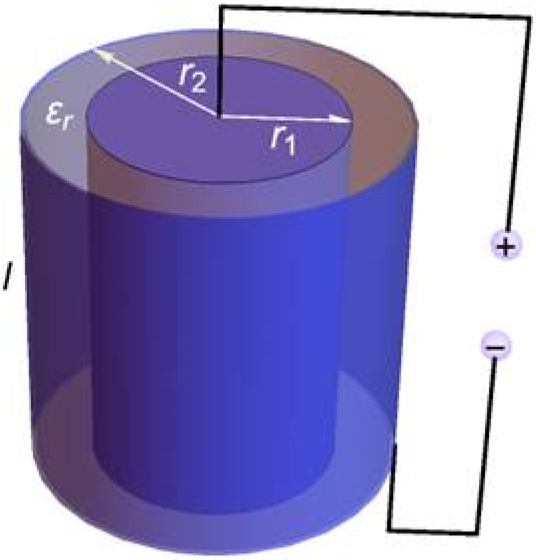
Válcový kondenzátor

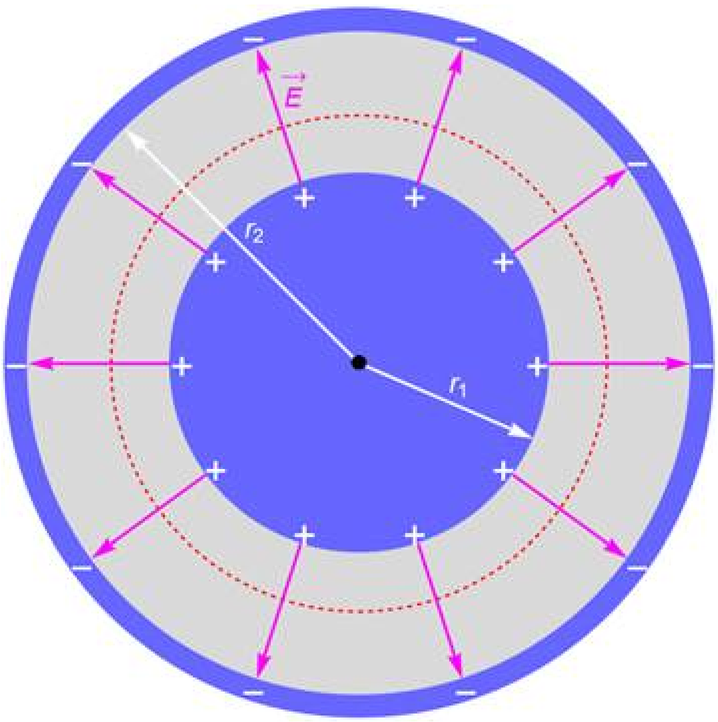
Dalším typem kondenzátoru je válcový kondenzátor, který je schematicky zobrazen na obr. 17. Elektrody kondenzátoru mají tvar dvou souosých válců o poloměrech r_1 a r_2 (přičemž $r_1 < r_2$) a výšce *l*. Prostor mezi oběma válcovými elektrodami je vyplněn dielektrikem s relativní permitivitou ε_r .

Při odvozování vztahu pro kapacitu tohoto kondenzátoru bude nutné využít integrální počet, protože elektrostatické pole vznikající v prostoru mezi válci není homogenní. Tvar elektrostatického pole je v řezu vedeném kolmo k ose obou válcových ploch zobrazen na obr. 18.

Homogenní pole, jehož siločáry jsou navzájem rovnoběžné, se dobře popisuje. Pole, které homogenní není, už bez užití vyšší matematiky většinou nepopíšeme.



Obr. 17



Obr. 18

Velikost elektrické intenzity v prostředí mezi oběma válcovými elektrodami můžeme popsat známým vztahem $E = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}$. Plocha, kterou siločáry elektrostatického pole nabitého kondenzátoru přecházejí z jedné elektrody na druhou (tzv. Gaussova plocha – na obr. 18 je zobrazena červenou čárkovanou čarou), je válcová plocha o poloměru *r* a výšce *l*. Tedy platí: $S = 2\pi r l$. Velikost elektrické intenzity uvažovaného pole tedy můžeme psát ve tvaru: $E = \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_r 2\pi r l}$.

Velikost elektrické intenzity není konstantní, protože závisí na poloměru *r* myšlené Gaussovy plochy, a proto pro výpočet elektrického napětí *U*, na které je kondenzátor nabit (tj. napětí měřené mezi elektrodami uvažovaného kondenzátoru), musíme počítat s využitím obecnějšího vztahu $U = \int_{r_1}^{r_2} E \, \mathrm{d}r$.

Dosadíme-li za velikost elektrické intenzity odvozený vztah, dostaneme vztah: $U = \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_r 2\pi r l} \mathrm{d}r$.

Nyní postupně uvedený vztah, ve kterém vystupují většinou konstanty charakterizující daný kondenzátor, zintegrujeme: $U = \int_{r_1}^{r_2} \frac{Q}{\varepsilon_0 \varepsilon_r 2\pi r l} \mathrm{d}r = \frac{Q}{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r l} \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{r} \mathrm{d}r = \frac{Q}{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r l} \left[\ln r\right]_{r_1}^{r_2} = \frac{Q}{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r l} \left(\ln r_2 - \ln r_1\right) = \frac{Q}{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r l} \ln \frac{r_2}{r_1}$.

Vzhledem k tomu, že kapacita kondenzátoru je definovaná vztahem $C = \frac{Q}{U}$, můžeme za elektrické napětí dosadit právě vypočtený výraz. Tak dostaneme: $C = \frac{Q}{U} = \frac{Q}{\frac{Q}{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r l} \ln \frac{r_2}{r_1}}$.

Odtud pro kapacitu válcového kondenzátoru dostáváme vztah

$$C = \frac{2\pi \varepsilon_0 \varepsilon_r l}{\ln \frac{r_2}{r_1}}. \qquad (1)$$