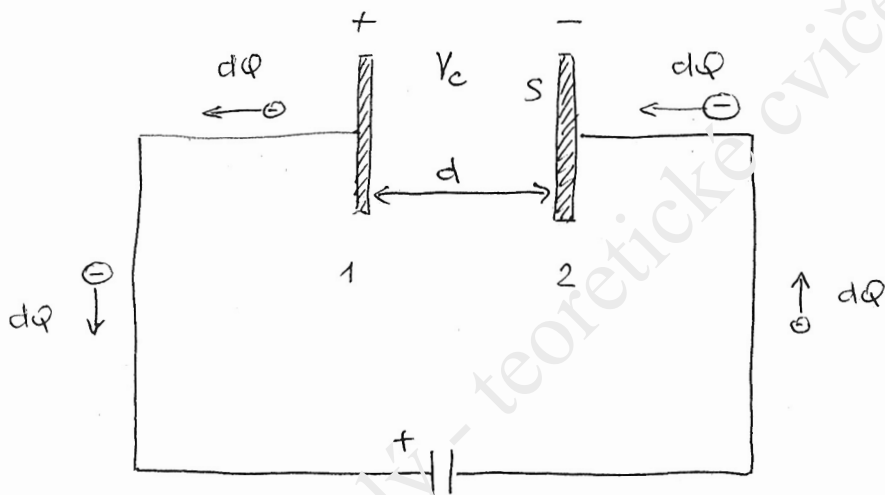


10

Ukažte na příkladu deskového kondenzátoru, že energie dodaná při jeho nabíjení, resp. práce vykonaná při jeho nabíjení, je rovna energii vzniklého elektrického pole.

Nabíjení kondenzátoru si můžeme představit jako postupné přenášení náboje z jedné desky na druhou.



Budeme zjišťovat, jaká práce dA je potřeba na přenesení náboje dq mezi místy 1 a 2.

V analogii s gravitačním polem je tato práce rovna rozdílu potenciálních energií náboje dq v místech 1 a 2.

Potenciální energii vyjádříme jako součin náboje dQ a potenciálu v daném místě.

Lze tedy psát

$$dA = (\varphi_1 - \varphi_2) \cdot dQ$$

$$dA = u \cdot dQ$$

$$(u = \varphi_1 - \varphi_2)$$

$$A = \int_0^{Q_c} dA = \int_0^{Q_c} u \cdot dQ$$

$$(u = \frac{Q}{C})$$

$$A = \int_0^{Q_c} \frac{Q}{C} \cdot dQ = \frac{1}{C} \cdot \int_0^{Q_c} Q \cdot dQ$$

$$A = \frac{1}{C} \cdot \frac{Q^2}{2} \Big|_0^{Q_c} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_c^2}{C}$$

kde A představuje energii dodanou při nabíjení daného kondenzátoru.

(Q_c je celkový náboj na kondenzátoru, C je kapacita kondenzátoru)

Tuto energii (práci) porovnáme s energií elektrostatického pole kondenzátoru

$$W = \int_{\text{celý prostor}} \frac{1}{2} \epsilon_0 \cdot E^2 \cdot dV$$

Intenzita elektrického pole tvořená dvěma opačně nabitými rovnoběžnými rovinami je vně rovin nulová, mezi rovinami:

pak rovna
$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}.$$

Při zanedbání okrajových efektů u krajů desek kondenzátoru můžeme si představit, že vně desek kondenzátoru je

$E = 0$, mezi deskami pak $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ (mezi deskami

kondenzátoru je vakuum).

Pak lze psát

$$W \doteq \int_{V_c} \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 E^2 \cdot dV + \int_{\text{vně kondenzátoru}} \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \cdot E^2 \cdot dV \doteq$$

$$\doteq \int_{V_c} \frac{1}{2} \cdot \epsilon_0 \left(\frac{\sigma}{\epsilon_0} \right)^2 \cdot dV + 0 \doteq$$

$$\doteq \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} \cdot \int_{V_c} dV \doteq \frac{1}{2} \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} \cdot S \cdot d$$

$$\left(\begin{array}{l} \text{objem mezi deskami kondenzátoru je } V_c = S \cdot d, \\ \text{náboj kondenzátoru } Q_c = \sigma \cdot S, \\ \text{kapacita kondenzátoru } C = \frac{\epsilon_0 \cdot S}{d} \end{array} \right)$$

$$\left[W \doteq \frac{1}{2} \cdot \frac{\sigma^2}{\epsilon_0} \cdot \frac{S^2 \cdot d}{S} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_c^2}{\frac{\epsilon_0 \cdot S}{d}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q_c^2}{C} \right]$$

kte W představuje energii elektrického pole vzniklého
přítomností nabitého kondenzátoru.

$$A = W$$

Práce vykonaná při nabíjení kondenzátoru daného
je rovna energii vzniklého elektrostatického pole.

Zdeněk Veselý - teoretické cvičení z FYA2