



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

DIGITÁLNÍ UČEBNÍ MATERIÁL

škola	Střední škola F. D. Roosevelta pro tělesně postižené, Brno, Křižíkova 11
číslo projektu	CZ.1.07/1.5.00/34.1037
číslo učebního materiálu	VY_32_INOVACE_ZIL_EL_123_02
předmět, tematický celek	Základy elektrotechniky a elektroniky
ročník	První, druhý a třetí
datum vytvoření	2013
anotace	Materiál obsahuje řešené příklady z oblasti elektrostatické pole. Coulombův zákon, kapacita deskového kondenzátoru, intenzita elektrického pole, elektrická indukce, napětí.
metodická poznámka	Určeno pro práci s dataprojektorem a bílou keramickou tabulí. Příklady lze řešit na tabuli, nebo je mohou žáci řešit samostatně a nakonec pro kontrolu výsledků odhalit správné řešení.
autor	Ing. Olga Žilková
licence (není-li vyplněno, je materiál ze zdrojů autora)	T. Hajach, M. Tuma, E. Šteliarová: Základy elektrotechniky 1. Bratislava 1984



Elektrostatické pole



Základní veličiny



3



Coulombův zákon

Dvě nabité kuličky s náboji $88,54 \mu\text{C}$ a $15,7 \mu\text{C}$ jsou od sebe vzdáleny 10 mm , v prostředí s relativní permitivitou 5 .

Permitivita vakua má hodnotu $8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$.

Jaká je síla, kterou na sebe tyto náboje působí?

■ Dáno:

- $Q_1 = 88,54 \mu\text{C} = 88,54 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $Q_2 = 15,7 \mu\text{C} = 15,7 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $r = 10 \text{ mm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- $\epsilon_r = 5$
- $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
- **F = ? [N]**



4



Coulombův zákon

■ Řešení:

$$F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r} \cdot \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 5} \cdot \frac{88,54 \cdot 10^{-6} \cdot 15,7 \cdot 10^{-6}}{(10 \cdot 10^{-3})^2}$$

$$F = 2,5 \cdot 10^4 = 25 \text{ kN}$$

Náboje na sebe působí silou 25 kN.

■ Dáno:

- $Q_1 = 88,54 \text{ } \mu\text{C} = 88,54 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $Q_2 = 15,7 \text{ } \mu\text{C} = 15,7 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $r = 10 \text{ mm} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- $\varepsilon_r = 5$
- $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
- $F = ? \text{ [N]}$



5



Intenzita
elektrostatického
pole

Jaká je velikost intenzity elektrického pole v místě, kde na bodový náboj $20 \mu\text{C}$ působí síla $0,1 \text{ N}$?

■ **Dáno:**

■ $Q = 20 \mu\text{C} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ C}$

■ $F = 0,1 \text{ N}$

■ $E = ? [\text{Vm}^{-1}]$

■ **Řešení:**

$$E = \frac{F}{Q}$$

$$E = \frac{0,1}{20 \cdot 10^{-6}} = 5000 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} = 5 \text{ kV/m}$$

Intenzita elektrického pole v daném místě je 5 kV/m .



6



Intenzita elektrostatického pole

Jaká je velikost intenzity elektrického pole mezi dvěma rovnoběžnými vodivými deskami, když je mezi nimi napětí 20 kV. Vzdálenost desek je 40cm.

■ Dáno:

- $U = 20 \text{ kV} = 20 \cdot 10^3 \text{ V}$
- $l = 40 \text{ cm} = 40 \cdot 10^{-2} \text{ m} = 0,4 \text{ m}$
- $E = ? [\text{Vm}^{-1}]$

■ Řešení:

$$E = \frac{U}{l}$$

$$E = \frac{20 \cdot 10^3}{0,4} = 50\,000 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} = 50 \text{ kV/m}$$

Intenzita elektrického pole mezi deskami je 50 kV/m.



7



Elektrostatické pole

Mezi dvěma vodivými deskami je elektrický náboj $1\mu\text{C}$ v prostředí s relativní permitivitou 5. Desky jsou od sebe vzdáleny $0,8854\text{ }\mu\text{m}$ a jejich plošný obsah je 2 cm^2 .

Jaká je velikost elektrické indukce, intenzity elektrického pole a napětí mezi vodivými deskami.

■ Dáno:

■ $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}\text{ Fm}^{-1}$

■ $\varepsilon_r = 5$

■ $d = 0,8854\text{ }\mu\text{m} = 0,8854 \cdot 10^{-6}\text{ m}$

■ $S = 2\text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4}\text{ m}^2$

■ $Q = 1\text{ }\mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6}\text{ C}$

■ $D = ?\text{ [C.m}^{-2}\text{]}$

■ $E = ?\text{ [V.m}^{-1}\text{]}$

■ $U = ?\text{ [V]}$



8



Elektrická indukce

■ Řešení:

$$D = \frac{Q}{S}$$

$$D = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 10^{-4}}$$

$$D = 0,005 \text{ C} \cdot \text{m}^{-2} = 5 \text{ mC} \cdot \text{m}^{-2}$$

■ Dáno:

- $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
- $\epsilon_r = 5$
- $d = 0,8854 \text{ } \mu\text{m} = 0,8854 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- $S = 2 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- $Q = 1 \text{ } \mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $D = ? [\text{C} \cdot \text{m}^{-2}]$

Elektrická indukce je $5 \text{ mC} \cdot \text{m}^{-2}$.



9



Elektrická intenzita

■ Řešení:

$$D = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E$$

$$E = \frac{D}{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$$

$$E = \frac{0,005}{8,854 \cdot 10^{-12} \cdot 5}$$

$$E = 112\,943\,302 \text{ V} \cdot \text{m}^{-1} = 113 \text{ MV} \cdot \text{m}^{-1}$$

Intenzita elektrického pole je přibližně 113 MV.m⁻¹.

■ Dáno:

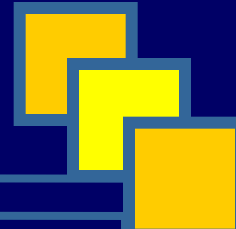
- $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
- $\epsilon_r = 5$
- $d = 0,8854 \text{ } \mu\text{m} = 0,8854 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- $S = 2 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- $Q = 1 \text{ } \mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $E = ? [\text{V} \cdot \text{m}^{-1}]$



10



Elektrické napětí



■ Řešení:

$$E = \frac{U}{l}$$

$$U = E \cdot l$$

$$U = 112\,943\,302 \cdot 0,8854 \cdot 10^{-6}$$

$$U = 100\,V$$

Elektrické napětí je přibližně 100 V.

■ Dáno:

- $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$
- $\epsilon_r = 5$
- $d = 0,8854 \text{ }\mu\text{m} = 0,8854 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- $S = 2 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$
- $Q = 1 \text{ }\mu\text{C} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ C}$
- $U = ? \text{ [V]}$

