

Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami Nové Město na Moravě

VY_32_INOVACE_ELE_RO_04

Digitální učební materiál

Sada: Elektřina a magnetismus

Téma: Permittivita prostředí

Autor: Mgr. Jan Rosecký

Předmět: Fyzika

Ročník: 2. ročník VG

Využití: Prezentace určena k výkladu látky z elektrostatiky na gymnáziu.

Anotace: Prezentace se skládá z úvodního opakování, vyvození látky k tématu permitivita prostředí a závěrečného shrnutí (procvičení učiva).

Šedé texty jsou při výkladu na interaktivní tabuli dopisovány a dokreslovány. Před použitím prezentace je doporučeno je smazat.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Gymnázium Vincence Makovského se sportovními třídami Nové Město na Moravě

Elektrina a magnetismus

Permitivita prostředí



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Opakování

- *Určete velikost elektrického náboje, když ve vzdálenosti **10 cm** od něj má intenzita elektrického pole velikost **1 kN . C⁻¹**.
Jak velkou silou působící v tomto místě na náboj **−5 nC**?*

$$r = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$$

$$E = 1 \text{ kN} \cdot \text{C}^{-1}$$

$$q = -5 \text{ nC} = 5 \cdot 10^{-9} \text{ C}$$

$$\underline{F_e = ?}$$

$$|Q| = \frac{E \cdot r^2}{k} [\text{C}]$$

$$\underline{|Q| = 1,11 \cdot 10^{-9} \text{ C} = 1,11 \text{ nC}}$$

$$F_{e1} = E \cdot q [\text{N}]$$

$$\underline{F_{e1} = 5 \cdot 10^{-6} \text{ N} = 5 \mu\text{N}}$$

Pole je tvořeno nábojem 1,11 nC, působící síla má velikost 5 μN.

- *Na čem závisí velikost elektrické síly?
velikosti nábojů, vzdálenosti a látky mezi náboji
Jak se v Coulombově zákonu odráží závislost na látce?
zatím nijak*

Permitivita prostředí

= charakteristika prostředí

– **permitivita prostředí:**

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \cdot \varepsilon_r$$

– **permitivita vakua:**

$$\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

– **relativní permitivita prostředí:** ε_r (v tabulkách)

= kolikrát je elektrická síla menší v dané látce než ve vakuu:

vakuum: $\varepsilon_r = 1$

vzduch: $\varepsilon_r = 1$

petrolej: $\varepsilon_r = 2,1$

papír: $\varepsilon_r = 2,5$

etanol: $\varepsilon_r = 24$

voda: $\varepsilon_r = 81$

Permitivita prostředí

- *Jak se změní elektrická síla při přemístění nábojů:*
 - z vakua do vzduchu *mírně se zmenší*
 - ze vzduchu do etanolu *zmenší se na dvacetičtvrtinu*
 - z etanolu do petroleje *zvětší se asi 11×*
 - z petroleje do vody *zmenší se asi na třicetiosminu*

- *Určete permitivity vody.*

voda: $\epsilon_r = 81$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$\underline{\epsilon = ?}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$$

$$\underline{\epsilon = 7,17 \cdot 10^{-10} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}}$$

Permitivita vody je $7,17 \cdot 10^{-10} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$.

Permitivita prostředí

– konstanta k :

$$k = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon} = \frac{1}{4 \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$$

– Coulombův zákon:

$$F_e = \frac{1}{4 \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$$

– intenzita elektrického pole bodového náboje:

$$E = \frac{1}{4 \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r} \cdot \frac{|Q|}{r^2}$$

Příklad

- Jak velikou elektrickou silou na sebe ve vakuu působí dva elektrony vzdálené 3 nm?
Jak se síla změní při přemístění do vody?*

vakuum: $\epsilon_{r0} = 1$

voda: $\epsilon_{r1} = 81$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$Q_1 = Q_2 = -e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$r = 3,0 \text{ nm} = 3 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

$$\underline{F_e = ?}$$

$$F_{e0} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r1}} \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0} \cdot \frac{e^2}{r^2} [\text{C}]$$

$$\underline{F_{e0} = 2,57 \cdot 10^{-11} \text{ N}}$$

$$F_{e1} = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_{r1}} \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2} = \frac{F_{e0}}{\epsilon_{r1}} [\text{N}]$$

$$\underline{F_{e1} = 3,17 \cdot 10^{-13} \text{ N}}$$

El. síla se při přemístění do vody zmenší na osmdesátjedninu.

Příklad

- *Ve stejnorodém elektrickém poli ve vzduchu působí na elektron elektrická síla o velikosti $8 \mu\text{N}$. Určete intenzitu elektrického pole v tomto místě, pokud vše přemístíme do etanolu.*

$$\text{vzduch: } \varepsilon_{r0} = 1$$

$$\text{etanol: } \varepsilon_{r1} = 24$$

$$q = -e = -1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$F_e = 8 \text{ nN} = 8 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

$$\underline{E_1 = ?}$$

$$E_1 = \frac{1}{\varepsilon_{r1}} \cdot E_0 = \frac{1}{\varepsilon_{r1}} \cdot \frac{F_{e0}}{q} [\text{N} \cdot \text{C}^{-1}]$$

$$\underline{E_1 = 2,08 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 2,08 \text{ GN} \cdot \text{C}^{-1}}$$

Intenzita elektrického pole v etanolu bude $2,08 \text{ GN} \cdot \text{C}^{-1}$.

Shrnutí

- *Jaký je rozdíl mezi permitivitou vakua a relativní permitivitou prostředí?*
permitivita vakua je konstanta, má jednotku
relativní permitivita je pro různá prostředí různá, bez jednotky
- *Co se stane s elektrickou silou, když bodové náboje přemístíme:*
 - *z vakua do etanolu* *zvětší se 24 ×*
 - *z petroleje do vakua* *zmenší se asi na polovinu*
- *Co se stane s intenzitou elektrického pole, když pole přemístíme:*
 - *ze vzduchu do vody* *zvětší se 81 ×*
 - *ze vzduchu do vakua* *nepatrně se zmenší*
- *Čím nahradíme konstantu k ve výpočtech elektrické síly a intenzity elektrického pole?*

$$k = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot \epsilon_r}$$