

KABAR III. – 1 ELEKTRICKÝ NÁBOJ A POLE

1. Elektrický náboj a Coulombův zákon

(Př. 1–11)



21. dubna 2022



1 Zadání příkladův

Př. 1: KABAR-III-1

Úloha 1

Na skleněné tyči třené kůží vznikl kladný náboj 80 nC. Kolik elektronů přešlo z tyče na kůži? Jak se změní při tomto ději hmotnost skleněné tyče? Elementární elektrický náboj je $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, hmotnost elektronu je $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Výsledek na straně 7

Př. 2: KABAR-III-2

Úloha 2

Dvě malé kuličky, z nichž jedna má náboj 40 nC a druhá 80 nC, jsou umístěny ve vakuu ve vzdálenosti 1 cm od sebe. Jak velkými silami na sebe navzájem působí? Jak velkými silami by na sebe působily ve stejné vzájemné vzdálenosti, kdybychom je umístili v petroleji, jehož relativní permitivita je 2,1? Konstanta úměrnosti v Coulombově zákonu pro vakuum je $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

Výsledek na straně 7

Př. 3: KABAR-III-3

Úloha 3

Jak je třeba změnit vzdálenost dvou kladných bodových nábojů Q_1 a Q_2 , jestliže se náboj Q_1 zvětší čtyřikrát a síla, kterou na sebe oba náboje navzájem působí, se při tom nezmění? Oba náboje jsou ve vakuu.

Výsledek na straně 8

**Př. 4: KABAR-III-4****Úloha 4**

Dvě stejné vodivé kuličky nabité náboji Q_1 a Q_2 jsou ve vakuu ve vzájemné vzdálenosti 4 cm. Jakou silou budou na sebe působit, jestliže se navzájem dotknou a opět od sebe oddálí do původní vzdálenosti? Úlohu řešte pro tyto případy:

- a) $Q_1 = 5 \cdot 10^{-8}$ C, $Q_2 = 10^{-8}$ C
b) $Q'_1 = 5 \cdot 10^{-8}$ C, $Q'_2 = -10^{-8}$ C

Výsledek na straně 8

Př. 5: KABAR-III-5**Úloha 5**

Dva bodové náboje umístěné ve vzduchu ve vzájemné vzdálenosti 20 cm působí na sebe určitou silou. Do jaké vzájemné vzdálenosti je třeba je umístit v oleji, aby působily na sebe stejně velkou silou? Relativní permitivita vzduchu se rovná přibližně 1, relativní permitivita oleje je 5.

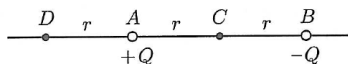
Výsledek na straně 9



Př. 6: KABAR-III-6

Úloha 6

V elektrickém poli dvou bodových nábojů $+Q$ a $-Q$ umístěných ve vakuu v bodech A a B umístíme postupně kladný elektrický náboj $\frac{Q}{2}$ nejprve v bodě C a pak v bodě D (obr. 1). Určete poměr velikostí sil, které působí na náboj $\frac{Q}{2}$ umístěný postupně v bodech C a D , jestliže $|DA| = |AC| = \frac{1}{2}|AB| = r$.



Obr. 1

Výsledek na straně 9

Př. 7: KABAR-III-7

Úloha 7

Kulička o hmotnosti $0,3$ g zavěšená na tenkém elektricky nevodivém závěsu je nabitá nábojem $3 \cdot 10^{-7}$ C. Do jaké vzdálenosti pod tuto kuličku je třeba umístit druhou kuličku s nábojem $5 \cdot 10^{-8}$ C, aby se tahová síla působící na závěs zmenšila dvakrát? Tíhové zrychlení je $9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Výsledek na straně 9



Př. 8: KABAR-III-8

Úloha 8

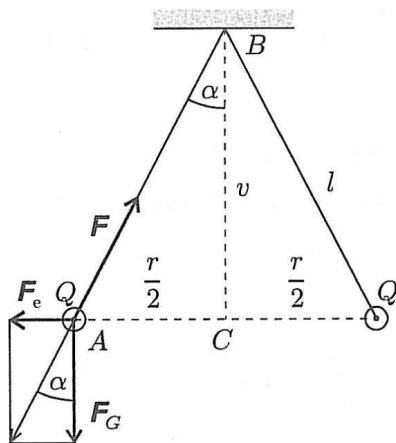
Dva kladné bodové náboje $Q_1 = Q$ a $Q_2 = 4Q$ jsou pevně umístěny ve dvou bodech vzdálených od sebe 6 cm. Určete, kde je třeba na přímce spojující oba body umístit třetí kladný bodový náboj Q_0 , aby na něj nepůsobila žádná síla.

Výsledek na straně 10

Př. 9: KABAR-III-9

Úloha 9

Dvě stejně nabitě kuličky s hmotnostmi 0,5 g jsou zavěšeny v jednom bodě ve vakuu na vláčknech o délce 1 m. Obě kuličky se odpudivými silami od sebe vzdálily na vzdálenost 4 cm (obr. 4). Určete velikost jejich nábojů. Tíhové zrychlení je $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$, konstanta úměrnosti v Coulombově zákonu pro vakuum je $k = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.



Obr. 4

Výsledek na straně 10

**Př. 10: KABAR-III-10****Úloha 10**

Ve všech vrcholech čtverce o straně a je umístěn stejný kladný bodový náboj Q . Jaký záporný bodový náboj Q_1 je třeba umístit do středu čtverce, aby celá soustava nábojů byla v rovnováze?

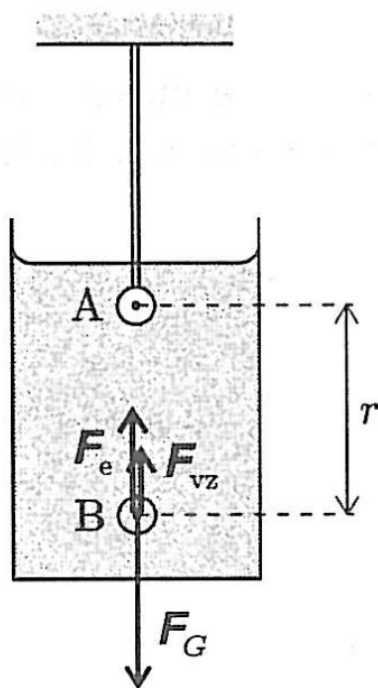
Výsledek na straně 11



Př. 11: KABAR-III-11

Úloha 11

Uvnitř nádoby s petrolejem je pevně umístěna kulička A s nábojem 7 nC (obr. 6). Do jaké vzdálenosti pod tuto kuličku je třeba umístit ocelovou kuličku B, která má objem 9 mm^3 a náboj $-2,1 \text{ nC}$, aby byla v rovnováze? Permittivita vakua je $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, relativní permittivita petroleje 2,1, hustota petroleje $800 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, hustota oceli $7800 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a tíhové zrychlení $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.



Obr. 6

Výsledek na straně 11



2 Výsledky

Výsledek PŘ. 1 na str. 1
KABAR-III-1

$$n = \frac{Q}{e}$$

$$n = 5 \cdot 10^{11}$$

$$\Delta m = n \cdot m_e$$

$$\Delta m \doteq 4,6 \cdot 10^{-19} \text{ kg}$$

Výsledek PŘ. 2 na str. 1
KABAR-III-2

$$F_1 = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F_1 \doteq 0,29 \text{ N}$$

$$F_2 = \frac{F_1}{\epsilon_r} = \frac{k}{\epsilon_r} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$F_2 \doteq 0,14 \text{ N}$$



Výsledek PŘ. 3 na str. 1

KABAR-III-3

$$\frac{r_2}{r_1} = 2$$

Řešení:

<https://www.geogebra.org/m/zraygyrx>

Výsledek PŘ. 4 na str. 2

KABAR-III-4

$$F = k \frac{Q^2}{r^2}; \quad Q = \frac{Q_1 + Q_2}{2}$$

a) $F = 4,1 \cdot 10^{-3} \text{ N}$

b) $F = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ N}$



Výsledek PŘ. 5 na str. 2

KABAR-III-5

$$r_2 = \frac{r_1}{\sqrt{\varepsilon_r}}$$

$$r_2 \doteq 8,9 \text{ cm}$$

Řešení:

<https://www.geogebra.org/m/nyzexv4y>

Výsledek PŘ. 6 na str. 3

KABAR-III-6

$$\frac{F_C}{F_D} = \frac{9}{4}$$

Výsledek PŘ. 7 na str. 3

KABAR-III-7

$$r = \sqrt{\frac{2kQ_1Q_2}{mg}}$$

$$r \doteq 0,3 \text{ m}$$

Řešení:

<https://www.geogebra.org/m/wp35tuxx>



Výsledek PŘ. 8 na str. 4
KABAR-III-8

$$x_1 = \frac{d}{3}$$

$$x_1 = 2 \text{ cm}$$

$$x_2 \text{ --- } d$$

Výsledek x_2 nemá smysl, protože náboj Q_0 musí ležet mezi náboji Q_1 a Q_2 , takže x musí být kladné. **Řešení:**

<https://www.geogebra.org/m/nsxzfmgf>

Výsledek PŘ. 9 na str. 4
KABAR-III-9

$$Q = \sqrt{\frac{mgr^3}{2k\sqrt{l^2 - \left(\frac{r}{2}\right)^2}}}$$

$$Q \doteq 4,2 \text{ nC}$$

Řešení:

<https://www.geogebra.org/m/k2waxwvt>



Výsledek PŘ. 10 na str. 5

KABAR-III-10

$$Q_1 = \frac{1 + 2\sqrt{2}}{4} Q$$

$$Q_1 \doteq 0,96Q$$

Výsledek PŘ. 11 na str. 6

KABAR-III-11

$$\sqrt{\frac{Q_1 Q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r V g (\rho_t - \rho)}}$$

$$r \doteq 0,01 \text{ m}$$

3 Odkaz na sbírku

Oživlé příklady z KABARA III.:

<https://www.geogebra.org/m/x7sm4mme>