

## Elektrický náboj, Coulombův zákon

1. Tyč získala třením elektrický náboj  $-80 \mu\text{C}$ . Kolik volných elektronů přešlo na její povrch?

2. Jak se změní velikost elektrické síly mezi dvěma bodovými náboji v případě, že jejich vzdálenost a) zdvojnásobíme, b) ztrojnásobíme?

3. Elektricky neutrální měděná mince o hmotnosti 3,11 g obsahuje stejné množství kladného a záporného náboje. Jaká je velikost celkového kladného (resp. záporného) náboje obsaženého v minci?

4. Jádru atomu železa má poloměr  $4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$  a obsahuje 26 protonů. a) Jak velká elektrostatická síla působí mezi dvěma protony v uvedené vzdálenosti? b) Porovnejte s velikostí gravitační síly.

5. Dvě stejně velké kuličky mají tyto elektrické náboje:  $Q_1 = 24 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ ,  $Q_2 = -18 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . a) Jakou silou se přitahují ve vzdálenosti 6 cm ve vakuu? b) Jakou silou se budou odpuzovat v téže vzdálenosti, jestliže je předtím uvedeme do vzájemného styku?

6. Určete velikost bodového náboje, který působí na bodový náboj  $1 \mu\text{C}$  ve vzdálenosti 3 cm elektrickou silou o velikosti 1 N. Náboje jsou a) ve vakuu, b) v petroleji o relativní permitivitě  $\epsilon_r = 2$ .

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

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

9. Dvě stejně nabitě kuličky s hmotnostmi 0,5 g jsou zavěšeny v jednom bodě ve vakuu na vláknech o délce 1 m. Obě kuličky se odpudivými silami oddálily na vzdálenost 4 cm. Určete velikost jejich nábojů.

10. Ve všech vrcholech čtverce o straně  $a$  je umístěn kladný bodový náboj  $Q$ . a) Popište stav soustavy. b) Kam je třeba umístit další náboj, aby celá soustava byla v rovnováze? c) Určete velikost takového náboje.

11. Ve všech vrcholech rovnostranného trojúhelníku, který má stranu délky  $a$ , je umístěn kladný bodový náboj  $Q$ . a) Popište stav soustavy. b) Kam je třeba umístit další náboj, aby celá soustava byla v rovnováze? c) Určete velikost takového náboje.

## Intenzita elektrického pole

12. Určete velikost intenzity elektrického pole v místě, kde na náboj  $20 \mu\text{C}$  působí elektrická síla o velikosti 1 N.

13. Jak velká je intenzita elektrického pole ve vzdálenosti 30 cm od bodového náboje  $1 \mu\text{C}$  ve vakuu?

14. V určitém bodě elektrického pole kladného bodového náboje působí ve vakuu na bodový náboj  $50 \text{ nC}$  síla o velikosti  $10^{-4} \text{ N}$ . Určete a) velikost intenzity elektrického pole v tomto bodě, b) bodový náboj, který toto pole vytváří. Vzdálenost obou nábojů je 30 cm.

15. Dva bodové náboje  $Q_1 = 8 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  a  $Q_2 = -6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$  jsou ve vzduchu ve vzájemné vzdálenosti 10 cm. Určete intenzitu elektrického pole v bodě, který leží uprostřed mezi oběma náboji.

16. V krajních bodech úsečky  $|AB| = 2r$  jsou umístěny dva bodové náboje stejné velikosti  $Q$ . Jaká je intenzita  $\vec{E}$  elektrického pole ve středu úsečky  $AB$ , jestliže jde a) o nesusouhlasné náboje, b) o souhlasné náboje?

17. Jaká je intenzita elektrického pole v bodě, který leží uprostřed mezi dvěma náboji  $Q_1 = 50 \mu\text{C}$  a  $Q_2 = 70 \mu\text{C}$ , které jsou od sebe vzdálené  $r = 20 \text{ cm}$ ? Náboje jsou v petroleji ( $\epsilon_r = 2$ ).

18. Ve dvou vrcholech rovnostranného trojúhelníku, jehož strany mají délku 0,5 m, jsou umístěny bodové náboje, které mají velikost  $1 \mu\text{C}$ . Určete intenzitu elektrického pole ve třetím vrcholu, jestliže a) oba náboje jsou kladné, b) oba náboje jsou záporné, c) jeden náboj je kladný, druhý záporný.

19. Plošná hustota elektrického náboje na povrchu kulového vodiče je  $4 \mu\text{C} \cdot \text{m}^{-2}$ . Určete velikost intenzity elektrického pole při povrchu vodiče, který je a) ve vakuu, b) v petroleji ( $\epsilon_r = 2$ ).

20. Malá prachová částice o hmotnosti 0,01 mg má náboj  $10 \text{ nC}$  a je umístěna v homogenním gravitačním a elektrickém poli. Siločáry elektrického pole mají vodorovný směr. Částice se začne pohybovat s nulovou počáteční rychlostí; za 4 s získá rychlost o velikosti 50 m/s. Určete velikost intenzity elektrického pole.

21. Kulička hmotnosti 10 g je elektricky nabitá nábojem  $5/3 \text{ nC}$ . S jakým zrychlením se bude pohybovat v homogenním elektrickém poli s intenzitou  $300 \text{ V} \cdot \text{cm}^{-1}$ ?

## Potenciál elektrického pole

22. V homogenním elektrickém poli s intenzitou o velikosti  $20 \text{ kV} \cdot \text{m}^{-1}$  se působením elektrické síly přemístí částice s nábojem  $100 \mu\text{C}$  po dráze 4 cm. Jakou práci síla vykonala, jestliže se částice přemísťuje po elektrické siločáře?

23. Dva kladné bodové náboje  $20 \text{ nC}$  a  $40 \text{ nC}$  jsou ve vzájemné vzdálenosti 80 cm. Jakou práci je třeba vykonat, abychom je přiblížili na vzájemnou vzdálenost 10 cm?

24. Body  $A$  resp.  $B$  jsou umístěny ve vzdálenosti 5 cm resp. 20 cm od náboje  $167 \text{ nC}$ . Jakou práci vykonají elektrické síly při přemístění náboje  $1 \text{ nC}$  z bodu  $A$  do  $B$ ?

**25.** Mezi dvěma rovnoběžnými deskami, jejichž vzdálenost je 12 cm, bylo naměřeno napětí 600 V. Určete velikost intenzity pole mezi deskami.

**26.** Mezi rovnoběžnými vodivými deskami, jejichž vzdálenost je 10 cm, bylo naměřeno napětí 1 000 V. Určete a) velikost intenzity elektrického pole mezi deskami, b) práci, kterou vykoná elektrická síla při přenesení náboje  $1 \mu\text{C}$  z jedné desky na druhou desku.

**27.** Vzdálenost daného bodu od kladného náboje  $Q$  se zvětšila čtyřikrát. Kolikrát se přitom zmenšila velikost intenzity elektrického pole a kolikrát se zmenšil elektrický potenciál?

**28.** Kladně nabitý kulový vodič o poloměru 5 cm vytváří v bodě vzdáleném 1 m od středu koule elektrické pole o intenzitě 1 V/m. Jaký je potenciál kulového vodiče?

**29.** Ve všech vrcholech čtverce o straně  $a$  je umístěn kladný bodový náboj  $Q$ . Určete intenzitu elektrického pole a potenciál ve středu čtverce.

**30.** Z vodivé mýdlové bubliny poloměru  $r_1 = 2$  cm nabitě na potenciál  $\varphi_1 = 10\,000$  V vznikne po prasknutí kapka vody o poloměru  $r_2 = 0,05$  cm. Jak velký je potenciál  $\varphi_2$  kapky?

**31.** Mezi dvěma vodorovnými deskami nabitého kondenzátoru, jejichž vzdálenost je 1 cm, se nachází mikroskopická olejová kapička o hmotnosti  $6,4 \cdot 10^{-16}$  kg. Přímým pozorováním pomocí mikroskopu bylo zjištěno, že se kapička při napětí 400 V mezi deskami kondenzátoru volně vznáší. Horní deska má vyšší potenciál než deska dolní. Určete, jaký elektrický náboj má olejová kapička.

**32.** Mezi dvěma rovnoběžnými vertikálními deskami, jež jsou vzdáleny od sebe 0,5 cm, se nachází elektricky nabitá kapička hmotnosti  $10^{-9}$  g. Jestliže desky nabijeme napětím 400 V, volně puštěná kapička padá pod úhlem  $\alpha = 7^\circ 25'$  k vertikále. Určete náboj kapičky.

**33.** Na povrchu kovové koule o poloměru 5 cm je rovnoměrně rozmístěn náboj  $10^{-8}$  C. Určete velikost intenzity a elektrický potenciál na povrchu koule

**34.** Kovová koule o poloměru 10 cm je nabita na potenciál 300 V. Jaká je plošná hustota náboje na jejím povrchu?

### Kondenzátory

**35.** Kulový vodič o kapacitě 20 pF má náboj  $3 \cdot 10^{-9}$  C, kulový vodič o kapacitě 30 pF má náboj  $4,5 \cdot 10^{-9}$  C. Co se stane, když oba vodiče vodivě spojíme?

**36.** Jakou kapacitu má Země?

**37.** Deskový kondenzátor se slídovým dielektrikem má desky o účinné ploše  $100 \text{ cm}^2$  ve vzdálenosti 5 mm. Jaké je napětí mezi deskami kondenzátoru, jestliže je nabit elektrickým nábojem  $3,2 \mu\text{C}$ ?

**38.** Jaký musí být obsah desky rovinného kondenzátoru s izolační skleněnou vrstvou tloušťky 1 mm, aby konden-

zátor měl kapacitu 150 pF? (Permitivita skla  $\varepsilon = 7\varepsilon_0$ .)

**39.** Určete celkovou kapacitu kondenzátorů zapojených dle obrázku. a)  $C_1 = 6 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ ,  $C_4 = 3 \mu\text{F}$ ,  $C_5 = 3 \mu\text{F}$ ; b)  $C_1 = 2 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 4 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 4 \mu\text{F}$ ; c)  $C_1 = 6 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 2 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 1 \mu\text{F}$ ;  $C_4 = 3 \mu\text{F}$ .

**40.** Vypočítejte kapacitu deskového kondenzátoru s obsahem polepů  $200 \text{ cm}^2$ . Mezi polepy je sklo ( $d_1 = 1$  mm) z obou stran pokryté vrstvou parafínu o  $d_2 = 0,2$  mm. Relativní permitivita skla resp. parafínu je 7 resp. 2.

**41.** Vzduchový kondenzátor s rovinnými deskami má kapacitu  $C_0 = 10$  pF a vzdálenost desek  $d = 1$  cm. Do středu mezi desky vložíme plech tloušťky  $d_1 = 1$  mm. Jaká bude nová kapacita  $C$  celého zařízení?

**42.** Jaká je kapacita kondenzátoru složeného z  $n = 20$  desek, které jsou vzdáleny  $d = 1$  mm; účinný obsah desek  $S = 20 \text{ cm}^2$ ? (Mezi deskami je vakuum.)

**43.** Rovinný kondenzátor kapacity  $C_1 = 500$  pF je nabitý na napětí  $U_1 = 5\,000$  V. Dielektrikum kondenzátoru tvoří deska z materiálu s permitivitou  $\varepsilon_r = 5$ . Jaká práce je potřebná k odstranění této desky? Jak se změní napětí na deskách kondenzátoru odstraněním této desky?

**44.** Deskový kondenzátor má ve vzdálenosti 1 cm desky o účinné ploše  $500 \text{ cm}^2$ ; jsou nabitě na napětí 5 000 V. Jakou práci je třeba vykonat, jestliže chceme desky od sebe oddálit na vzdálenost  $d' = 4$  cm?

**45.** Kondenzátor, který se skládá ze dvou vodivých desek (každá má obsah  $10 \text{ cm}^2$ ), vzdálených od sebe 0,1 cm, je nabitý na 600 V. Jak se změní energie kondenzátoru, jestliže prostor mezi deskami, původně zaplněný vzduchem, zaplníme olejem ( $\varepsilon_r = 3$ ) tak, že: a) kondenzátor je stále připojený ke zdroji napětí, b) kondenzátor po nabití, tj. před nabitím oleje odpojme od zdroje?

**46.** A parallel-plate capacitor has a plate separation of 4 mm and an area of  $64 \text{ cm}^2$ . The dielectric is one for which  $\varepsilon_r = 5$ . A voltage of 20 V is now established between the plates. Calculate  $C$ ,  $E$  and  $Q$ .

**47.** A capacitor is to be constructed from two metallic plates, each  $2 \text{ m}^2$  in area, separated by 2 mm. Given  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  of a dielectric material with  $\varepsilon_r = 4$ , how should the dielectric be used to maximize the capacitance between the plates, and what is  $C_{\text{max}}$ ?

