

Písemná práce: Cvičení: Elektrostatika

1) Na bodový náboj o velikosti  $1 \mu\text{C}$  působí v daném bodě elektrického pole síla o velikosti  $0,01 \text{ N}$ . Jaká je velikost intenzity elektrického pole?

(Výsledek:  $1 \text{E}4 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{V}\cdot\text{U}/\text{m}$ )

2) Menší kovová kulička o objemu  $1 \text{ cm}^3$  obsahuje  $10^{22}$  volných elektronů. Kolik dalších volných elektronů je třeba kuličce dodat, aby její celkový náboj dosáhl hodnoty  $-2,0 \cdot 10^{-7} \text{ C}$ ? ( $e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ... náboj elektronu)

(Výsledek:  $1,3 \text{E}12$ )

3) Dva bodové elektrické náboje o velikostech  $Q_1$  a  $Q_2$  na sebe působí ve vakuu silou o velikosti  $36 \text{ mN}$ . Jakou silou na sebe působí při stejné vzdálenosti v prostředí s relativní permitivitou  $\epsilon_r = 3$ ?

(Výsledek:  $10 \text{E}-3 \text{ N}$ )

4) Vypočítejte, jak velkou intenzitu elektrické pole vyvolá proton v jádru vodíku ve vzdálenosti  $5,28 \cdot 10^{-11} \text{ m}$  za předpokladu, že v okolí protonu je vakuum? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ,  $|Q_p| = e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

(Výsledek:  $5,2 \text{E}11 \text{ N}\cdot\text{C}^{-2}\cdot\text{N}\cdot\text{C}^{-1}\cdot\text{N}$ )

5) Jaký největší náboj se udrží na vodivé kouli poloměru  $10 \text{ cm}$ , je-li dielektrická pevnost vzduchu (tj. maximální intenzita elektrického pole)  $3 \cdot 10^6 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ ? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )

(Výsledek:  $3,3 \text{E}-6 \text{ C}$ )

6) Dva stejné elektrické náboje o velikosti  $5 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  se odpuzují ve vzduchu silou o velikosti  $2,5 \cdot 10^{-4} \text{ N}$ . Jak velká je jejich vzdálenost? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )

(Výsledek:  $0,3 \text{ m}$ )

7) Elektrický potenciál v bodě A elektrického pole je  $300 \text{ V}$ , v bodě B téhož pole  $1,2 \text{ kV}$ . Jakou práci je třeba vykonat k přenesení bodového náboje velikosti  $3,6 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  z bodu A do bodu B?

(Výsledek:  $2,7 \text{E}-5 \text{ J}$ )

8) K přenesení náboje o velikosti  $2,0 \cdot 10^{-2} \text{ C}$  z povrchu Země na vodivou kouli byla vykonána práce  $8 \text{ J}$ . Na jaký potenciál se koule nabilá? (povrch Země - nulová ekvipotenciální hladina  $\Rightarrow \varphi_0 = 0 \text{ V}$ )

(Výsledek:  $400 \text{ V}$ )

9) Na jaký absolutní potenciál by se nabilá Země ( $R = 6378 \text{ km}$ ) nábojem  $1,0 \text{ C}$ ? (permitivita vakua:  $\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} \text{ A}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^4$ )

(Výsledek:  $1,4 \text{E}3 \text{ V}$ )

10) Jak velký by musel být poloměr koule, která by se elektrickým nábojem  $5,0 \cdot 10^{-6} \text{ C}$  nabilá na absolutní potenciál  $100 \text{ kV}$ ?

(Výsledek:  $0,45 \text{ m}$ )

11) Jak velká síla působí na každou z elektronů ve vodiči délky  $1,0 \text{ m}$ , je-li tento vodič připojen ke zdroji stálého napětí  $1,0 \text{ V}$ ? ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

(Výsledek:  $1,6 \text{E}-19 \text{ N}$ )

12) Částice o náboji velikosti  $5 \text{ nC}$  a hmotnosti  $1 \mu\text{g}$ , která je v klidu, se ocitne v homogenním elektrickém poli o intenzitě velikosti  $10^4 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$ . Jakou rychlost získá na dráze  $10 \text{ cm}$ ?

(Výsledek:  $100 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}\cdot\text{m}\cdot\text{s}$ )

elektrická

1

13) Z povrchu vodivé kovové koule, která je nabitá záporným nábojem o velikosti  $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ C}$  bylo odebráno  $2,4 \cdot 10^5$  elektronů. Jaká je nyní plošná hustota náboje na povrchu koule, je-li poloměr koule  $5 \text{ cm}$ ? ( $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

(Výsledek:  $12 \text{E}-12 \text{ C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{C}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{C}$ )

14) Dva bodové náboje ve vakuu působí na sebe ve vzdálenosti  $11 \text{ cm}$  silou o takové velikosti jako v určité kapalině ve vzdálenosti  $7,4 \text{ cm}$ . Určete relativní permitivitu této kapaliny? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )

(Výsledek:  $2,2$ )

15) Dvě elektricky nabitá tělesa A a B jsou od sebe vzdálena  $0,03 \text{ m}$  a navzájem se přitahují silou o velikosti  $1 \cdot 10^{-5} \text{ N}$ . Jak velkou silou se budou tělesa přitahovat, jestliže těleso A vzdáleno od tělesa B ještě o  $0,3 \text{ m}$ ?

(Výsledek:  $3,3 \text{E}-7 \text{ N}$ )

16) V televizní obrazovce se používá k urychlování elektronů napětí  $15 \text{ kV}$ . Jak velká rychlosti elektrony v obrazovce dosahují? ( $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

(Výsledek:  $79 \text{E}6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}$ )

17) Na jaký potenciál byla nabitá mýdlová bublina o poloměru  $3 \text{ cm}$ , jestliže po prasknutí bubliny vznikne kapka o průměru  $0,8 \text{ mm}$  s potenciálem  $6 \cdot 10^4 \text{ V}$ ?

(Výsledek:  $800 \text{ V}$ )

18) V jakém poměru  $Q_1/Q_2$  se rozdělí náboj  $Q$  na dvě kovové koule o poloměrech  $r_1 = 4 \text{ cm}$ ,  $r_2 = 1 \text{ cm}$ , které jsou spojené tenkým dlouhým vodičným drátem?

(Výsledek:  $4$ )

19) Určete velikost náboje  $Q_1$ , který ve vakuu vytvořil elektrické pole, jestliže ve vzdálenosti  $10 \text{ cm}$  od náboje  $Q_2$  působí na náboj  $10^{-8} \text{ C}$  síla o velikosti  $10^{-2} \text{ N}$ . ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ A}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^4$ )

(Výsledek:  $1,1 \text{E}-6 \text{ C}$ )

20) Vypočítejte plošnou hustotu náboje na povrchu Země, jestliže gradient potenciálu elektrického pole zemského ovzduší je na povrchu Země  $100 \text{ V}\cdot\text{m}^{-1}$  a jestliže poloměr Země je  $6378 \text{ km}$ ?

(Výsledek:  $8,86 \text{E}-10 \text{ C}\cdot\text{m}^{-2}$ )

(2)

Pláncaný práce: Cvičení: Kondenzátory

1) Určete kapacitu kondenzátoru, který se nábojem  $6,0 \text{ nC}$  nabitý na potenciál  $2400 \text{ V}$ .

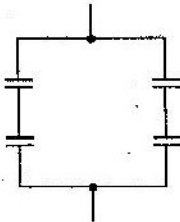
(Výsledek:  $2,5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ )

2) Kondenzátor o kapacitě  $20 \text{ pF}$  připojíme ke kapalným bateriím o napětí  $4,5 \text{ V}$ . Na jak celkový náboj se kondenzátor nabitý?

(Výsledek:  $9,0 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ )

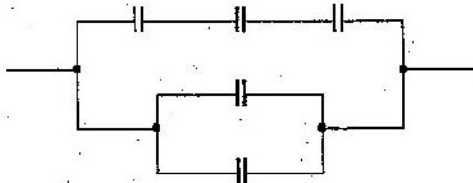
3) Čtyři kondenzátory, všechny o kapacitě  $1 \text{ pF}$  jsou zapojeny podle obrázku. Jaká je výsledná kapacita?

(Výsledek:  $1 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ )



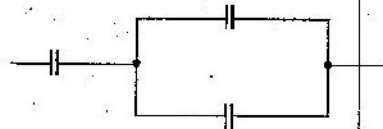
4) Určete výslednou kapacitu kondenzátorové baterie ze stejných kondenzátorů o kapacitě  $5 \cdot 10^{-5} \text{ F}$ , které jsou zapojeny podle schématu na obrázku.

(Výsledek:  $14 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ )



5) Kapacita soustavy tří kondenzátorů o stejné kapacitě zapojených dle nakresleného schématu je  $20 \text{ pF}$ . Určete kapacitu jednoho kondenzátoru.

(Výsledek:  $30 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ )



6) Určete kapacitu deskového kondenzátoru, jehož desky o obsahu  $0,81 \text{ m}^2$  mají vzdálenost  $2,0 \text{ cm}$ . Mezi deskami kondenzátoru je vzduch, jehož permitivitu považujte za stejnou s permitivitou vakua.

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

(Výsledek:  $4,4 \cdot 10^{-12} \text{ F}$ )

7) Máme paralelně zapojené tři stejné kondenzátory o kapacitě  $1 \text{ nF}$ . Kondenzátory jsou připojeny ke zdroji napětí  $2 \text{ V}$ . Jaký bude celkový náboj soustavy?

(Výsledek:  $6 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ )

8) Dva kondenzátory téže kapacity  $C$  zapojíme jednou do série, podruhé paralelně. Rozdíl kapacit obou kombinací je  $3 \text{ pF}$ . Určete kapacitu kondenzátorů  $C$ .

(Výsledek:  $2 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ )

9) Jaká je kapacita deskového kondenzátoru s plošným obsahem polepů  $200 \text{ cm}^2$ , jestliže mezi jeho polepy je sklo tloušťky  $2,0 \text{ mm}$  s relativní permitivitou  $\epsilon_r = 7$ ? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-4}$ )

(Výsledek:  $6,2 \cdot 10^{-10} \text{ F}$ )

10) Na jaký potenciál se musí nabit kondenzátor kapacity  $2 \text{ pF}$ , aby na něm byl takový náboj jako na levdenské láhvi o kapacitě  $900 \text{ pF}$  při potenciálu  $30000 \text{ V}$ ?

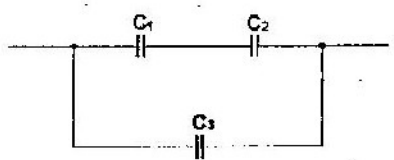
(Výsledek:  $13,5 \text{ V}$ )

11) Tři kondenzátory s kapacitami  $C_1 = 100 \text{ pF}$ ,  $C_2 = 200 \text{ pF}$ ,  $C_3 = 300 \text{ pF}$  jsou spojené sériově. Jaký je celkový náboj na kondenzátorech, jsou-li kondenzátory připojeny na baterii o napětí  $100 \text{ V}$ ?

(Výsledek:  $5,45 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ )

(3)

16) Celková kapacita tří spojených kondenzátorů (podle obrázku) a kapacitách  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  je  $10,4 \mu\text{F}$ . Když se probije kondenzátor  $C_1$ , bude výsledná kapacita  $14 \mu\text{F}$ . Když se však místo kondenzátoru  $C_1$  probil kondenzátor  $C_2$ , bude výsledná kapacita  $12 \mu\text{F}$ . Určete kapacitu kondenzátoru  $C_3$ .  
(Výsledek:  $8,6E-12 \text{ F}$ )

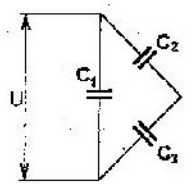


17) Jaká je kapacita osmocenné vodivé koule o poloměru  $5,0 \text{ cm}$ , je-li její potenciál  $10 \text{ kV}$ ? ( $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )  
(Výsledek:  $5,6E-12 \text{ F}$ )

18) Vzduchový deskový kondenzátor, skládající se ze dvou desek s plošným obsahem  $1 \text{ 000 m}^2$  vzdálených od sebe  $1,0 \text{ mm}$ , nabijeme na protilehlou rozdíli  $1 \text{ 000 V}$ . Jak velkou silou se přitahují tyto desky? (permittivita vakua:  $\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} \text{ A}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^4$ )  
(Výsledek:  $0,44 \text{ N}$ )

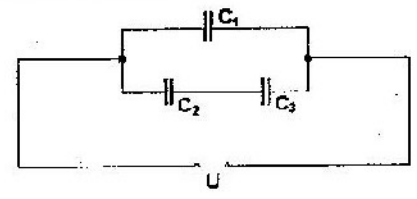
19) Kondenzátorovou baterii, sestavenou podle obrázku, kde  $C_1 = C_2 = C_3 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ F}$ , připojíme na elektrické napětí  $U = 10 \text{ V}$ . Jaká energie se nahromadí na kondenzátorové baterii?  
(Výsledek:  $33 \mu\text{J}$ )

$115 \cdot 10^{-4}$



20) Jakou kapacitu má naše Země, jestliže její poloměr je  $R = 6 \text{ 370 km}$ ? (permittivita vakua:  $\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} \text{ A}^2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{s}^4$ )  
(Výsledek:  $7,108E-4 \text{ F}$ )

12) Určete velikost náboje na kondenzátoru  $C_2$ , jestliže kondenzátory o kapacitách stejné velikosti  $C_1 = C_2 = C_3 = 10 \mu\text{F}$  jsou připojeny ke zdroji konstantního napětí  $1 \text{ 000 V}$  podle schématu na obrázku.  
(Výsledek:  $5,9E-9 \text{ C}$ )



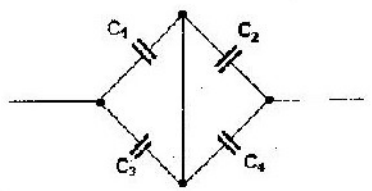
$$Q_2 = Q_3 = \frac{1}{2} Q$$

$$U = \frac{Q}{C_2} + \frac{Q}{C_3} = Q \left( \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

$$Q = 10^3 \cdot 5 \cdot 10^{-6} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ F}$$

$$Q_2 = 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-6} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ F}$$

13) Kondenzátory o kapacitách  $C_1 = 1 \text{ nF}$ ,  $C_2 = 10 \text{ nF}$ ,  $C_3 = 10 \text{ nF}$ ,  $C_4 = 1 \text{ nF}$  jsou zapojeny podle obrázku. Určete výslednou kapacitu.  
(Výsledek:  $5,5E-9 \text{ F}$ )



14) Jak velký náboj bude na deskách kondenzátoru vz. vakua při napětí  $12 \text{ V}$ , jestliže obsah účinné plochy je  $0,1 \text{ m}^2$  a vzdálenost desek je  $88,5 \text{ mm}$ ? (permittivita vakua:  $\epsilon_0 = 8,859 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2 \cdot \text{N}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )  
(Výsledek:  $1,2E-12 \text{ C}$ )

15) Kolikrát se zvětší napětí  $U$  mezi deskami kondenzátoru jestliže jeho desky oddálíme na trojnásobnou hodnotu původní vzdálenosti  $d$ ? Předpokládáme, že mezi deskami je vakuum.  
(Výsledek:  $3$ )