

Elektrostatika

Příklady z elektřiny a magnetismu (skriptum)

1.1.1. Dvě stejné částice, jejichž rozměry můžeme zanedbat, jsou nabitý náboji rovnými náboji elektronu. Jakou hmotu by tyto částice musely mít, aby přitažlivá gravitační síla působící mezi nimi byla v rovnováze se silou elektrostatickou? Kolikrát by tato hmota byla větší než náboj elektronu?

1.1.5. Dva hmotné body, každý o hmotnosti $m = 1\text{ g}$ jsou v gravitačním poli s tíhovým zrychlením $g = 9,81\text{ m/s}^2$ zavěšeny na nehmotných závěsech délky $l = 1\text{ m}$. Tyto hmotné body se po nabití stejnými náboji rozestoupí na vzdálenost $r = 5 \cdot 10^{-2}\text{ m}$. Jak veliký náboj Q nese každý hmotný bod?

1.1.9. Poměr velikostí dvou bodových nábojů opačných znamének je n , vzdálenost obou nábojů je d . Dokažte, že povrch nulového potenciálu je kulová plocha. Vypočítejte poloměr R této plochy a vzdálenost jejího středu od jednoho z nábojů.

1.1.10. Vypočítejte průběh potenciálu a intenzity pole dipólu o momentu $p = q \cdot l$. Při výpočtu předpokládejte, že vzdálenost místa, v němž počítáme intenzitu pole od středu dipólu je mnohem větší než l dipólu.

1.1.12. Do homogenního elektrického pole o intenzitě $E = (0, 0, E_0)$ je vložen elektrický dipól s momentem p , majícím rovněž směr osy z , $p = (0, 0, p)$.

a) Dokažte, že ekvipotenciální plocha s nulovým potenciálem je kulová plocha a určete její poloměr a .

b) Změní se tvar pole, jestliže do této ekvipotenciální plochy umístíme vodivou plochu nabitou na nulový potenciál?

c) Jaká by byla hustota náboje na této vodivé ploše?

d) jaký by byl celkový dipólový moment P vodivé plochy?

1.1.14. Určete potenciál elektrostatického pole tvořeného bodovým nábojem q , který se nachází ve vzdálenosti a od vodivé rovinné stěny udržované na nulovém potenciálu. Určete dále plošnou hustotu η náboje na vodivé stěně, jeho celkovou velikost a sílu, kterou je náboj přitahován ke stěně.

1.1.22. Dva dlouhé tenké vodiče, vložené rovnoběžně ve vzdálenosti d od sebe jsou nabitý s lineární hustotou $+\lambda$ a $-\lambda$ ($\lambda = \text{konst.}$). Určete intenzitu elektrického pole v bodě, který leží v rovině symetrie ve vzdálenosti x od roviny v níž leží vodiče.

1.1.23. Mezi dvěma rovnoběžnými vodivými stěnami vzdálenými o d je průběh potenciálu dán vztahem $\varphi = k x^n$ ($k > 1$ a $n > 1$ jsou konstanty, x je vzdálenost od jedné z rovin). Je třeba určit průběh objemové hustoty ρ náboje v prostoru mezi rovinami a plošnou hustotu σ náboje na vodivých rovinách.

1.1.25. Dvě stejně velké nabitě plochy S_1 a S_2 umístěné vedle sebe tvoří tak zvanou elektrickou dvojvrstvu, je-li hustota náboje σ na obou plochách stejně veliká, ale opačného znaménka. Vypočítejte, jaký bude průběh potenciálu v okolí dvojvrstvy za předpokladu, že vzdálenost l ploch je velmi malá.

1.2.5. Kulový vodič K_1 o poloměru R_1 je obklopen soustřednou kulovou slupkou K_2 o poloměru R_2 . Pro tuto soustavu vypočítejte kapacitní a influenční koeficienty a přesvědčete se, že platí $c_{ik}=c_{ki}$.

1.2.6. Vypočítejte kapacitu kondenzátoru tvořeného dvěma soustřednými kulovými slupkami o poloměrech R_1 a R_2 ($R_2 > R_1$) pomocí hodnot kapacitních a influenčních koeficientů.

1.2.11. Deskový kondenzátor má kapacitu $C = 100$ pF. Jak se tato kapacita změní, vložíme-li mezi desky paralelně vodivý plech, jehož tloušťka je rovna čtvrtině vzdálenosti elektrod. Má poloha plechu vliv na výslednou kapacitu?

1.3.4. Prostor mezi elektrodami deskového kondenzátoru je vyplněn dvěma stejně velkými dielektriky o permitivitách ϵ_1 a ϵ_2 . Jaká bude kapacita kondenzátoru, je-li rozhraní mezi dielektriky

a) rovnoběžné s elektrodami

b) kolmé k elektrodám?

Čemu bude roven poměr obou kapacit?

1.3.5. Permittivitu ϵ pevných látek měříme obvykle tak, že planparalelní destičku tloušťky d zhotovenou z měřeného materiálu vložíme mezi elektrody deskového kondenzátoru.

Vzhledem k nerovnostem povrchu materiálu se vytváří obvykle mezi elektrodami a vzorkem vzduchová vrstvička tloušťky δ . Jaká může být maximálně tloušťka δ vrstvičky, neuvažujeme-li její vliv na výsledek měření a nemá-li chyba určení permitivity vzorku být větší než 1%?

1.3.10. Předpokládejme, že atom vodíku je tvořen protonem kolem něj obíhá elektron po kruhové dráze o poloměru $r = 0,1$ nm a že mezi protonem a elektronem působí pouze coulombovské síly. Vycházejíce z těchto předpokladů vypočítejte koeficient polarizovatelnosti atomu vodíku a získanou hodnotu porovnejte s hodnotou, určenou z naměřené relativní permitivity $\epsilon_r = 1,00026$ při hustotě $\rho = 0,04$ kg/m³.

1.3.12. Jaká bude polarizovatelnost molekuly benzenu, jestliže při teplotě 25°C byla naměřena relativní permitivita $\epsilon_r = 2,2773$. Benzen je nepolární, jeho molekulová váha je 78,110 g/mol, hustota 0,87219 g/m³. Určete jaký dipólový moment bude mít molekula benzenu v poli o intenzitě 1kV/m.

1.4.1. Otočný kondenzátor má minimální kapacitu $C_0 = 10$ pF, maximální pak $C_m = 1000$ pF.

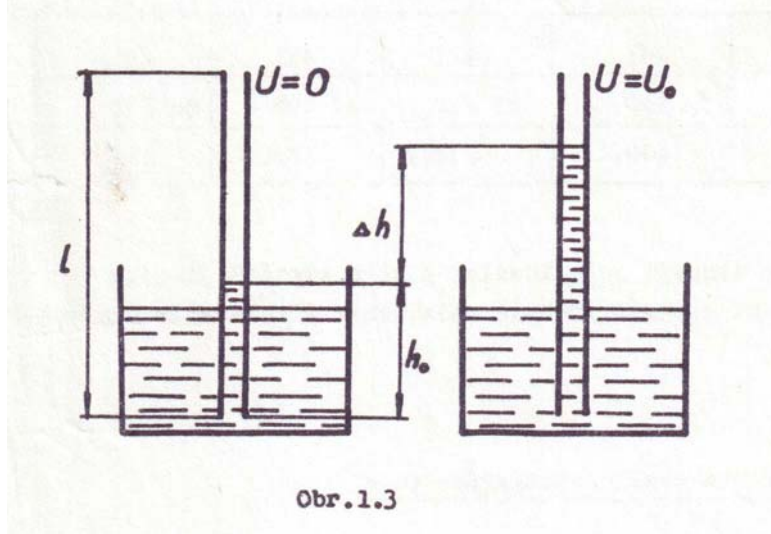
a) Jakou práci vykonáme, měníme-li jeho kapacitu z maximální hodnoty C_m na hodnotu C_0 , jestliže je na elektrodách udržováno konstantní napětí $U = 1$ kV.

b) Jakou práci vykonáme, jestliže kondenzátor byl nabit při kapacitě C_m na napětí $U_0 = 1$ kV a během otáčení rotoru byl od zdroje ospojen, tření i ložiscích zanedbáváme.

1.4.5. Deskový kondenzátor je vyplněn dvěma vrstvami dielektrika o permitivitách ϵ_1 a ϵ_2 a tloušťkách d_1 a d_2 . Těmito dielektriky je kondenzátor vyplněn beze zbytku a rozhraní mezi dielektriky je rovnoběžné s elektrodami. Vypočtete elektrostatické síly působící na desky kondenzátoru a na rozhraní dielektrik, je-li napětí mezi elektrodami U . Plocha elektrod je S . Přesvědčte se, že platí princip akce a reakce.

1.4.6. Do kapalného dielektrika jsou ponořeny dvě paralelní vodivé desky (viz Obr.1.3).

Nejsou-li desky nabity, vystoupí hladina kapaliny mezi deskami do výšky h_0 měřeno od dolního okraje desek. O jako vzdálenost Δh se zvýší hladina kapaliny mezi deskami nabijeme-li desky na napětí U_0 . Permittivita kapaliny je ϵ , vzdálenost desek d .



1.4.9. Do homogenního elektrického pole o intenzitě E_0 byla vložena dielektrická koule poloměru R , jejíž permittivita je ϵ . Určete, jaká bude energie této koule.

1.4.10. Jaká síla působí na dielektrickou kuličku poloměru R v nehomogenním elektrickém poli o intenzitě \vec{E} . Permittivita kuličky je ϵ . Pro zjednodušení výpočtu předpokládáme, že kulička je tak malá, že pole uvnitř kuličky je možno považovat za homogenní.

Elektřina a magnetismus (Učebnice autorů Sedlák, Štoll)

kapitola 1.2.9, str.50

Elektrický potenciál a pole v vytvářené nabitými objekty:

- a) nabitá přímka
- b) nabitá rovina
- c) dvojice rovnoběžných nabitých rovin
- d) nabitá rovinná vrstva
- e) nabitá kulová slupka
- f) nabitá koule
- g) nabitá válcová plocha a válec

kapitola 1.3.5., str. 78: síla působící mezi dvěma dipóly

kapitola 1.4.7., str 107

Elektrický potenciál a pole:

- a) bodový náboj a vodivá rovina
- b) kulové elektrostatické zobrazení
- c) vodivá koule v homogenním elektrostatickém poli
- d) kapacita válcového kondenzátoru
- e) kapacita dvoulinky