

# Základy fyziky (2)

## Cvičenie 6

Cvičenie bolo 29.3.2023

Akékoľvek otázky smelo smerujte na  
juraj(a)tekel(b)gmail(c)com

**Príklad 1** (Obruč). Majme kružnicovú obruč, ktorá je nabitá hohomgennou hustotou náboja  $\lambda$ , t.j. úsek obruče dĺžky  $l$  nesie náboj  $\lambda l$ .

- Aká sila pôsobí na osi obruče na náboj veľkosti  $Q$  vo vzdialenosti  $x$  od jej stredu?
- Aká je v tomto mieste intenzita elektrického poľa?
- Rozmyslite si, že okolo stredu obruče bude náboj vykonávať malé kmity. Aká je ich perióda?

**Príklad 2** (Gaussov zákon I). Aké elektrické pole budí náboj

- homogénne rozdelený v guli s polomerom  $R$ ,
- homogénne rozdelený na nekonečnej priamke,
- homogénne rozdelený na nekonečnej rovine?

**Príklad 3** (Gaussov zákon II). Guľa polomeru  $a$  je nabitá hustotou náboja  $\rho_0$ . Okrem toho je umiestnená v strede guľovej šupky hrúbky  $b$  s vonkajším polomerom  $R$ , ktorá je nabitá hustotou náboja  $-\rho_0$ . Platí  $R - b > a$ . Takže to je tak, že vo vzdialenosti od stredu  $r$  je hustota náboja

- $r < a$   $\rho = \rho_0$
- $a < r < R - b$   $\rho = 0$
- $R - b < r < R$   $\rho = -\rho_0$
- $r > R$   $\rho = 0$

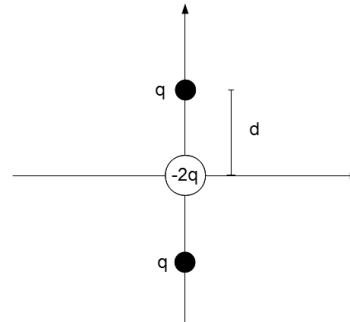
Aké elektrické pole vytvára táto konfigurácia? Aké musí byť  $b$ , aby v priestore  $r > R$  nebolo žiadne elektrické pole?

**Príklad 4** (Kondenzátor I). Ako vyzerá elektrické pole od dvoch rovnobežných nekonečných rovín, ktoré sú homogénne nabité rovnakou hustotou náboja opačného znamienka?

**Príklad 5** (Elektrický dipól). Explicitným derivovaním vzťahu pre potenciál elektrického dipólu nájdite jeho elektrické pole.

**Príklad 6** (Elektrický dipól v homogennom elektrickom poli). Nájdite silu a moment sily, ktorý pôsobí na elektrický dipól s dipólovým momentom  $\vec{p}$  ktorý sme umiestnili do homogénneho elektrického poľa  $\vec{E}_0$ .

**Príklad 7** (Kvadrupól). Kvadrupól je konfigurácia náboja, ktorá sa skladá z dvoch nábojov  $+q$  v miestach  $\vec{x}_i = (0, 0, \pm d)$  a náboja  $-2q$  v počiatku.



- Aký je dipólový moment takéhoto rozdelenia náboja?
- Aké je elektrické pole kvadrupólu vo veľkej vzdialenosti  $r \gg d$ ? Môžete zopakovať výpočet intenzity elektrického poľa z prípadu dipólu pre tento prípad alebo môžete najskôr vypočítať potenciál takéhoto rozloženia, urobiť v ňom patričnú limitu a potom dostať elektrické pole ako gradient potenciálu.

**Príklad 8** (Kondenzátor II). Máme dve nekonečné rovnobežné roviny vo vzdialenosti  $d$  od seba. Jedna je držaná na nulovom potenciáli a druhá na potenciáli  $\phi = U$ .

- V rovnici

$$\Delta\phi = -\frac{\rho}{\epsilon_0} \quad , \quad \phi|_{S=\partial V} = \Phi_0$$

identifikujte objem  $V$  a okrajovú podmienku  $\Phi_0$ .

b. Rozmyslite si, že rovnica sa redukuje na jednorozmerný problém. Aký? Vyriešte ho a nájdite zodpovedajúce elektrické pole.

c. Aká je hustota náboja na rovinách?

**Príklad 9** (Náboj a vodivá rovina).

a. Zopakujte argumenty, na základe ktorých je potenciál konfigurácie „nekonečná vodivá rovina a bodový náboj  $q$  vo vzdialenosti  $d$ “ pre

$x > 0$  daný vzťahom

$$\phi(\vec{x}) = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{1}{|\vec{x} - d\hat{x}|} - \frac{1}{|\vec{x} + d\hat{x}|} \right]$$

b. Vypočítajte elektrické pole priamo nad povrchom roviny. Ukážte, že je kolmé na rovinu.

c. Nájdite hustotu náboja na rovine a ukážte, že celkový náboj na rovine je konečný a má hodnotu  $-q$ .