

Elektrické pole nabité koule

Cíl a idea měření: V úloze budeme pomocí speciální sondy zkoumat elektrickou intenzitu a potenciál v okolí nabité vodivé koule.

Úvodní otázky (vzájemně prodiskutujte)

1. Jaký typ elektrického pole najdete kolem nabité koule či kulové slupky? Čím je takové pole charakteristické?
2. Jaký očekáváte průběh elektrické intenzity a potenciálu v závislosti na vzdálenosti od středu koule?
3. Měřicí sonda využívá pro své fungování elektrostatickou indukci – o co jde?

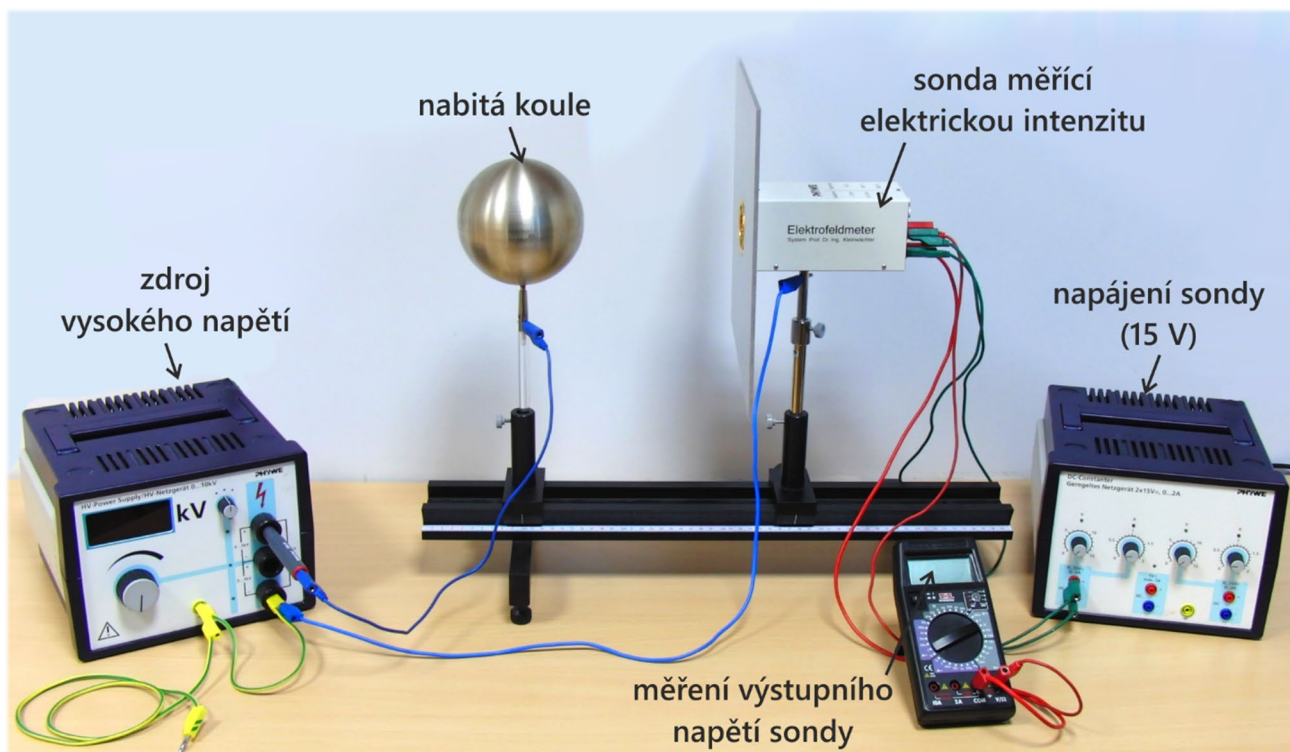
Seznámení s měřicí sondou

Intenzitu či potenciál elektrického pole snímá sonda (napájená napětím 14-18 V) a převádí ji na výstupní napětí. Přepočet tohoto napětí na hodnoty \vec{E} , resp. φ závisí na tom, na jakém rozsahu sonda měří:

chování sondy	údaj na voltmetru (při rozsahu 20 V)	odpovídající $ \vec{E} $	odpovídající φ
svítí horní dioda	1 V	0,1 kV/m	1 V
svítí prostřední dioda	1 V	1 kV/m	10 V
svítí dolní dioda	1 V	10 kV/m	100 V

Rozsah sondy lze přepínat šedým tlačítkem vedle trojice diod; přepínání je nezbytné, pokud narazíte na „strop“ jemnějších rozsahů (tj. údaj na voltmetru přestane navzdory očekávání růst). Kromě toho naleznete na zadní straně sondy ještě aretační šroub, který umožňuje ručně nastavit nulovou počáteční hodnotu měřené veličiny.

Aparatura pro měření elektrické intenzity v okolí nabité koule



Hlavní částí aparatury je kulový vodič připojený k proměnnému potenciálu 0-10 kV.

Elektrická intenzita v okolí nabité koule – teorie

Velikost elektrické intenzity E v okolí nabité vodivé koule je popsána vztahem:

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{|Q|}{r^2}, \quad (1)$$

kde Q je náboj na kouli, r vzdálenost od jejího středu a ϵ permitivita prostředí. V našich experimentech budeme využívat sondu zabudovanou ve vodivé desce, která ale měření sama ovlivňuje. Ve středu desky, kde je pole koule měřeno (tedy ve vzdálenosti r od středu koule), získáváme vlivem elektrostatické indukce dvakrát větší hodnoty, než kdyby zde deska nebyla – proto musíme původní rovnici (1) přepsat do tvaru:

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon} \frac{|Q|}{r^2}. \quad (2)$$

Nyní dosadíme do rovnice (2) vztah pro kapacitu osamocené kulové vodiče $C = 4\pi\epsilon R$ a dostáváme:

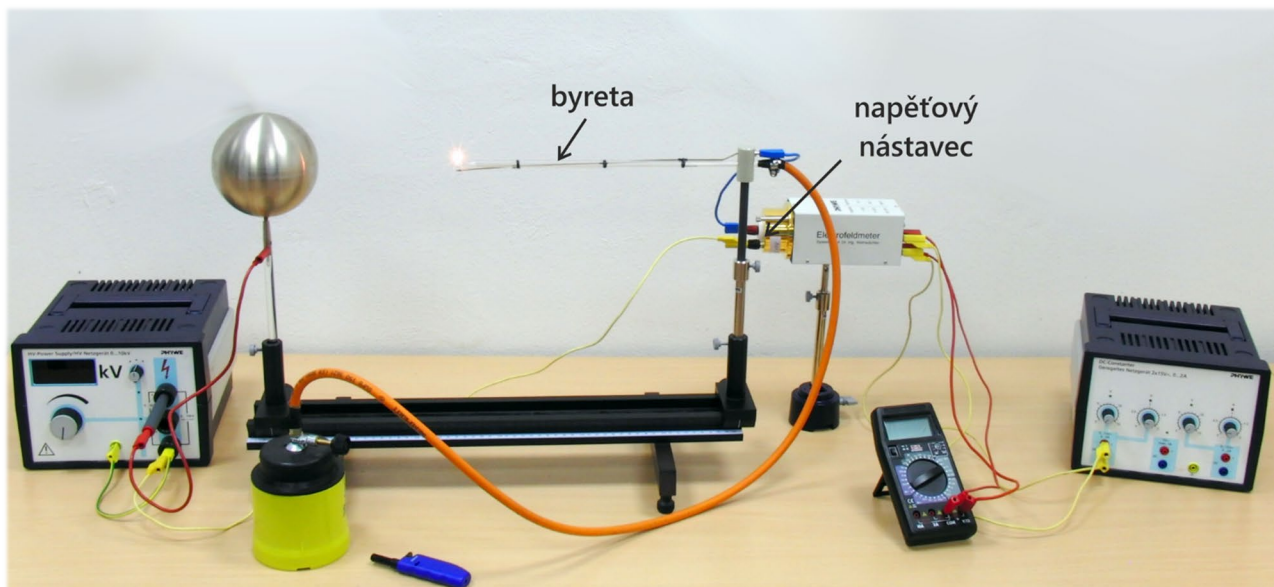
$$E = \frac{2R}{C} \frac{|Q|}{r^2} = \frac{2R}{r^2} \frac{|Q|}{C} = \frac{2R}{r^2} |\varphi| \quad (3)$$

kde R je poloměr koule a φ potenciál, ke kterému je vodič připojen.

Elektrická intenzita v okolí nabité koule – měření

- Zafixujte vzdálenost sondy od středu koule (například na 25 cm) a s krokem 1 kV proměřte závislost intenzity pole na připojeném potenciálu.
 - Závislost vykreslete v Excelu do grafu a proložte jí vhodnou křivku.
 - Z matematického předpisu křivky určete poloměr koule a porovnejte vaše výsledky s realitou.
- Analogicky zafixujte potenciál (např. 5 kV) a proveďte měření intenzity pro různé vzdálenosti od středu koule s krokem 3 cm. Závislost opět vykreslete v Excelu do grafu a proložte jí vhodnou křivku.
- Nakonec zformulujte vlastními slovy zjištěné závěry:

Aparatura pro měření elektrického potenciálu v okolí nabité koule



Při přípravě aparatury:

- Od měřicí sondy odšroubujte kovovou desku.
- Měřicí sondu umístěte na samostatný stojan a přišroubujte k ní napěťový nástavec; jeho černou zdičku uzemněte.
- Napájení sondy a odečet dat z ní jsou stejné jako v předcházejícím experimentu.
- Do experimentu nově vstupuje díl s plynovým hořákem, který v místě konce skleněné byrety měří elektrický potenciál vůči zemi. Upevněte tento díl podle obrázku a zkontrolujte, že je vodič nad byretou spojen s napěťovým nástavcem sondy.

Elektrický potenciál v okolí nabitě koule – měření

- 1) Zapalte plamen na konci byrety a diskutujte jeho funkci v prováděném měření.
- 2) Umístěte konec byrety 2 cm od okraje koule (tj. 8 cm od jejího středu). Pokud nyní sonda ukazuje nenulové hodnoty, vynulujte je aretačním šroubem.
- 3) Zapněte zdroj a nastavte vstupní potenciál 1 kV. Zaznamenejte si hodnotu naměřeného potenciálu.
- 4) S krokem 1 cm při stálém vstupním potenciálu postupně zvětšujte vzdálenost byrety od středu koule a zaznamenávejte si měřené hodnoty potenciálu.
- 5) Naměřenou závislost vykreslete v Excelu do grafu a proložte jí vhodnou křivku.
- 6) Zformulujte vlastními slovy zjištěné závěry: