

DUM č. 11 v sadě

11. Fy-2 Učební materiály do fyziky pro 3. ročník gymnázia

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 04.02.2014

Ročník: 2A, 2C

Anotace DUMu: Elektrické pole

Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

3. ročník Elektrické pole – písemná práce

Zkoušené učivo

- elektrický náboj
- elektrické pole
- elektrická síla
- elektrické napětí
- vodič a izolant v elektrickém poli
- pohyb nabitě částice v elektrickém poli
- kondenzátory

Metodické poznámky

- čas na vypracování = 1 vyučovací hodina (reálně max. 40 minut)
- obtížnost skupin srovnatelná
- zadání obsahuje jak teoretické otázky, tak příklady, tak otázky na logické uvažování
- obtížnost písemky je záměrně nižší než u příkladů k procvičení – při řešení příkladů doma má žák dispozici poznámky, učebnici, internetové zdroje a hlavně dostatek času
- elementární náboj záměrně není zadán, tuhle konstantu by měli znát všichni

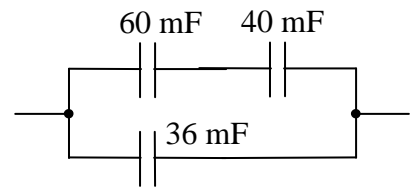
3. ročník

Elektrické pole

A

Zadaná hodnota: $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m

- 1) Vysvětlete, co je to elektrické napětí. Uveďte jeho vlastnosti.
- 2) Rozhodněte, zda platí následující tvrzení, a svou volbu zdůvodněte:
 - a) Nabitá tyč nepůsobí žádnou silou na neutrální nevodivé těleso.
 - b) Třením novodurové tyče o kožešinu ztrácí kožešina elektrony.
 - c) Zvětšíme-li napětí na deskovém kondenzátoru, jeho kapacita se zvětší.
- 3) Kovová kulička o poloměru 3 cm nesoucí náboj +40 nC se nachází ve vzduchu.
 - a) Znázorněte elektrické pole, které vytváří, pomocí ekvipotenciálních čar.
 - b) Vysvětlete, co to jsou ekvipotenciální čáry.
 - c) Vypočítejte intenzitu el. pole E ve vzdálenosti 50 cm od jejího středu, potenciál ϕ v tomto místě a sílu F , kterou by tato kulička působila na testovací náboj o velikosti -2 nC.
- 4) Jaká je výsledná kapacita kondenzátorů na obrázku?
- 5) Na dvě vodorovné vodivé desky A a B ve vzdálenosti $d = 10$ cm přivedeme napětí $U_{AB} = +400$ V. Tíhová síla je zanedbatelná.
 - a) Do obrázku zakreslete vektor intenzity el. pole \vec{E} mezi deskami, sílu \vec{F} a zrychlení \vec{a} protonu nacházejícího se mezi deskami.
 - b) Vypočítejte E , F a a , známe-li hmotnost protonu $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.



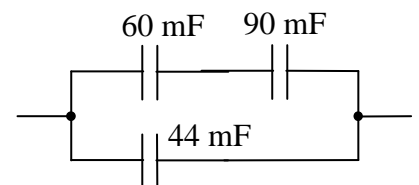
3. ročník

Elektrické pole

B

Zadaná hodnota: $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ F/m

- 1) Napište, co víte o elektrickém náboji.
- 2) Rozhodněte, zda platí následující tvrzení, a svou volbu zdůvodněte:
 - a) Pro napětí mezi dvěma body A a B platí $U_{AB} = U_{BA}$.
 - b) Přiblížíme-li nabitou tyč ke kovovému vodiči, je výsledné pole ve vodiči nulové.
 - c) Zvětšíme-li náboj na deskovém kondenzátoru, jeho kapacita se zvětší.
- 3) Kovová kulička o poloměru 2 cm nesoucí náboj -50 nC se nachází ve vzduchu.
 - a) Znázorněte elektrické pole, které vytváří, pomocí siločar.
 - b) Vysvětlete, co jsou to siločáry.
 - c) Vypočítejte intenzitu el. pole E ve vzdálenosti 20 cm od středu kuličky, potenciál ϕ v tomto místě a sílu F , kterou by tato kulička působila na testovací náboj o velikosti $+2$ nC.
- 4) Jaká je výsledná kapacita kondenzátorů na obrázku?
- 5) Na dvě svislé vodivé desky A a B ve vzdálenosti $d = 5$ cm přivedeme napětí $U_{AB} = +500$ V. Tíhová síla je zanedbatelná.
 - a) Do obrázku zakreslete vektor intenzity el. pole \vec{E} mezi deskami, sílu \vec{F} a zrychlení \vec{a} elektronu nacházejícího se mezi deskami.
 - b) Vypočítejte E , F a a , známe-li hmotnost elektronu $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.



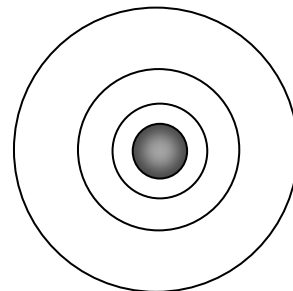
Řešení skupiny A

- Elektrické napětí je skalární veličina značená U , mající jednotku volt (V). Definice: elektrické napětí U_{AB} mezi body A a B je dáno prací, kterou vykoná elektrické pole při přenesení jednotkového náboje z A do B. (Díky tomu, že el. síla je konzervativní, nezávisí tato práce na způsobu přenesení.) Platí $U_{AB} = \frac{W(A \rightarrow B)}{q}$. Vlastnost: Elektrické napětí U_{AB} je rozdíl potenciálů mezi body A a B, platí $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B$.
- a) Neplatí, nabitá tyč přitahuje neutrální papírky, vlasy, polystyrenovou kuličku..., dochází k polarizaci neutrálního nevodivého tělesa.
b) Platí, novodur se nabíjí záporně, elektrony na něj přeskakují z kožešiny.
c) Neplatí, kapacita kondenzátoru je určena jeho geometrií a materiálem, z něhož je vyroben.
- Ekvipotenciální čáry spojují místa o téže potenciálu. Na vybrané čáře má daný náboj konstantní potenciální energii.

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{|Q|}{r^2} = 1,44 \frac{kV}{m}$$

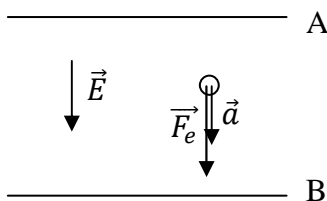
$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r} = 720 V$$

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{|Q \cdot q|}{r^2} = 2,88 \mu N$$



- Horní dvojice 60 mF a 40 mF je řazena sériově a je ekvivalentní kapacitě $C_1 = \frac{1}{\frac{1}{60} + \frac{1}{40}} = 24 mF$. Paralelně k tomu je připojena kapacita 36 mF, takže výsledná kapacita činí 60 mF.

- $E = \frac{U}{d} = 4 \frac{kV}{m}$
 $F_e = q \cdot E = 6,4 \cdot 10^{-16} N$
 $a = \frac{F_e}{m} = 3,83 \cdot 10^{11} m/s^2$



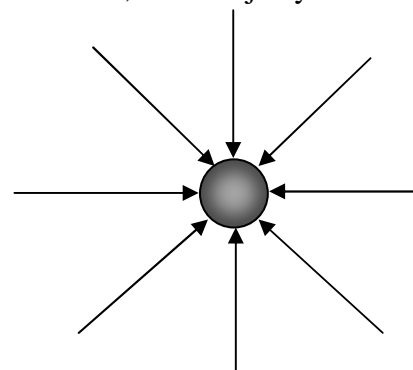
Řešení skupiny B

- Elektrický náboj je základní vlastností částic. Jeho množství vyjadřuje skalární veličina náboj Q , jednotka coulomb (C). Náboj je kladný (třené sklo), záporný (třený novodur) nebo nulový. Náboje opačného znaménka se přitahují, náboje shodného znaménka se odpuzují. Náboj se zachovává, nelze jej zničit ani vytvořit, pouze přenášet. Náboj je kvantovaný – náboj makroskopického tělesa je vždy celistvým násobkem elementárního náboje $e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$.
- a) Neplatí, $U_{AB} = \varphi_A - \varphi_B = -(\varphi_B - \varphi_A) = -U_{BA}$
b) Platí, kdyby ve vodiči nebylo výsledné pole nulové, tekla by jím proud.
c) Neplatí, kapacita kondenzátoru je určena jeho geometrií a materiálem, z něhož je vyroben.
- Síločáry jsou tečnami k intenzitě el. pole a mají tutéž orientaci. Ukazují směr el. síly, která by působila na kladný náboj v daném místě.

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{|Q|}{r^2} = 11,2 \frac{kV}{m}$$

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{Q}{r} = -2,25 kV$$

$$F_e = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{|Q \cdot q|}{r^2} = 22,5 \mu N$$

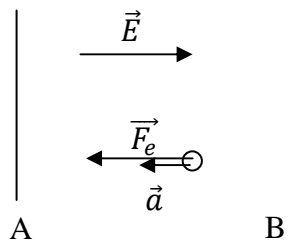


- Horní dvojice 60 mF a 90 mF je řazena sériově a je ekvivalentní kapacitě $C_1 = \frac{1}{\frac{1}{60} + \frac{1}{90}} = 36 mF$. Paralelně k tomu je připojena kapacita 44 mF, takže výsledná kapacita činí 80 mF.

$$5) E = \frac{U}{d} = 10 \frac{kV}{m}$$

$$F_e = q \cdot E = 1,6 \cdot 10^{-15} N$$

$$a = \frac{F_e}{m} = 1,76 \cdot 10^{15} m/s^2$$



Bodování

- 1) 4
 - 2) $3 \cdot 1,5$ (0,5 za rozhodnutí, 1 za zdůvodnění) = 4,5
 - 3) 4
 - 4) 3
 - 5) 1,5 za obrázek + 3 za výpočty = 4,5
- Celkem 20 bodů