

DUM č. 2 v sadě

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

Autor: Vojtěch Beneš

Datum: 09.12.2013

Ročník: 2A, 2C

Anotace DUMu: Dokument je souborem cvičení z fyziky věnovaných výpočtům vlastností elektrického pole stacionárních nábojů, pohybu elektricky nabitých částic v homogenním časově neproměnném elektrickém poli a výpočtům vlastností kondenzátorů. Je určen k samostatné domácí přípravě žáků.

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

Elektrické pole, kondenzátory – cvičení

Metodické pokyny

Dokument je souborem cvičení z fyziky věnovaných výpočtům vlastností elektrického pole stacionárních nábojů, pohybu elektricky nabitých částic v homogenním časově neproměnném elektrickém poli a výpočtům vlastností kondenzátorů. Je určen k samostatné domácí přípravě žáků.

Určeno pro 3. ročník čtyřletého gymnaziálního studia.

Samostatnému počítání příkladů by měl předcházet výklad v hodině doplněný experimenty a předvedení několika vzorových příkladů. K vyřešení oddílu věnovaného pohybu nabitých částic v homogenním elektrickém poli bude žák potřebovat základní vztahy z dynamiky (probírané v 1. ročníku).

Jedná se o výběr cvičení, které autor považuje za základ, který by měl dobrý student zvládnout. Cvičení nebyla opsána z učebnic či sbírek, ale nově vytvořena tak, aby co nejlépe doplňovala autorův výklad v hodinách. Snahou nebylo vymyslet co nejoriginálnější nejzapeklitější příklady, ale naopak poskytnout základní problémy k procvičování probrané látky.

Autor usiloval o to, aby byla jednotlivá cvičení správně seřazena, totiž od lehčího k těžšímu, a aby zvládnutý problém v jednom cvičení byl pokud možno použit a rozšířen v některém z následujících. Je třeba poznamenat, že v současné době existuje několik velmi obsáhlých sbírek příkladů, které ovšem nerespektují výše zmíněnou pedagogickou zásadu. Často také množství příkladů k dispozici (desítky v jedné kapitole) žáky od počítání odradí. Autor se snažil udělat kompromis mezi kvalitou zvládnutí učiva a časovou náročností na domácí přípravu žáků.

Elektrické pole, kondenzátory – cvičení

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

Elektrické pole

1. Malá kovová kulička nesoucí náboj $+10$ nC se nachází ve vzduchu. Znázorněte elektrické pole, které vytváří pomocí (a) siločar, (b) vektorů intenzity elektrického pole, (c) ekvipotenciálních čar. Vypočítejte intenzitu elektrického pole E ve vzdálenosti 20 cm od jejího středu, potenciál φ v tomto místě a sílu F , kterou by tato kulička působila na testovací náboj o velikosti -2 nC. [2,25 kV/m; +450 V; 4,5 μ N]
2. Nabitá vodivá koule o poloměru 5 cm přitahuje testovací náboj o velikosti $+0,5$ nC silou 2 μ N. Testovací náboj se nachází 30 cm od středu koule. Vypočítejte náboj na kouli, intenzitu elektrického pole těsně u povrchu koule, plošnou hustotu náboje na kouli, potenciál v místě testovací částice a práci, kterou vykoná elektrická síla při přenesení testovacího náboje na povrch koule. [-40 nC; 144 kV/m, $-1,27 \cdot 10^{-6}$ C/m²; $-1,20$ kV; +3 μ J]
3. Mezi dvěma kovovými deskami A a B vzdálenými 5 cm od sebe je napětí $U_{AB} = +200$ V. Která deska je kladná? Jaká je intenzita pole mezi deskami? Jaká síla by působila na testovací náboj $+10$ nC uvnitř tohoto kondenzátoru? [A; 4 kV/m; 40 μ N]
4. Dvě kovové vodorovné desky A (horní) a B (spodní) vzdálené 5 cm tvoří kondenzátor. Uvnitř kondenzátoru se nachází mikroskopická olejová kapička o hmotnosti $3 \cdot 10^{-15}$ kg nesoucí náboj $q = +6e$. Jaké napětí U_{AB} musíme přivést na desky, aby kapička zůstávala v klidu? Napadá vás, jak změřit elementární náboj? [rovnováha sil; $-1,56$ kV; měření elementárního náboje – viz slavný Millikanův pokus, např. fyztyd.fjfi.cvut.cz/2003/cd/prispevky/sb/millikan.doc]

Pohyb v elektrickém poli

Na dvě svislé kovové desky A a B vzdálené 10 cm od sebe přivedeme napětí $U_{AB} = +20$ kV. Malým otvorem v desce A vnikne do tohoto kondenzátoru proton ($m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg) s velmi malou (zanedbatelnou) rychlostí. Tíhovou sílu protonu zanedbejte.

1. Vypočítejte sílu F_e působící na proton, jeho zrychlení a , čas t , za který proletí kondenzátorem, a rychlost v_B , s níž dopadne na desku B. Takto funguje lineární urychlovač částic. [$3,20 \cdot 10^{-14}$ N; $1,92 \cdot 10^{13}$ m/s²; $1,02 \cdot 10^{-7}$ s; $1,96 \cdot 10^6$ m/s]
2. Vypočítejte práci W , kterou vykoná elektrické pole při přenesení protonu z A do B, kinetickou energii protonu E_k těsně před dopadem a jeho rychlost v_B těsně před dopadem na desku B. [$W = E_k = 3,2 \cdot 10^{-15}$ J; $1,96 \cdot 10^6$ m/s]

Kondenzátory

1. Kondenzátor je tvořen deskami o ploše 12 cm² vzdálenými 2 cm od sebe se vzduchovým dielektrikem. Určete jeho kapacitu. Kolikrát se tato kapacita zvětší, vložíme-li mezi desky tvrdý papír ($\epsilon_r = 4$, tloušťka $0,1$ mm) a přisuneme-li desky na tuto vzdálenost, tj. na $0,1$ mm od sebe? [0,53 pF; osmsetkrát]
2. Na kondenzátor o kapacitě 500 μ F přivedeme napětí 24 V. Určete náboj na jeho deskách a energii elektrického pole. [12 mC; 0,144 J]

3. Jaká je výsledná kapacita kondenzátorů na obrázku? [0,8 mF; 20 μ F]

