

Zadání úlohy COUL1

Dvě vodivé kuličky o poloměru a jsou nabitý kladnými náboji o velikosti Q . Kuličky jsou zavěšeny na tenkých, pevných závěsech o délce L a zanedbatelné hmotnosti. Náboje Q se vzájemně odpuzují, takže kuličky jsou od osy soustavy vychýleny o vzdálenost d . Soustava je umístěna ve vakuu, tíhové zrychlení činí $g = 9.806 \text{ m/s}^2$. Materiál, z něhož jsou kuličky vyrobeny, má hustotu h . Elektrostatický potenciál je definován tak, aby v místě závěsu nabýval nulové hodnoty.

Vypočítejte (s relativní chybou do 2%) :

1. Hmotnost kuličky m .
2. Velikost náboje Q .
3. Velikost intenzity elektrického pole E_1 na povrchu kuliček.
4. Velikost a složky intenzity elektrického pole E_2 v místě závěsu.
5. Hodnotu potenciálu na ose soustavy mezi kuličkami.

Poté je pod soustavu přidána rozlehlá vodorovná deska z vodivého materiálu. Náboje kuliček přitom zůstanou nezměněny. Tato deska je umístěna v hloubce $1,2L$ pod závěsem.

Nyní spočtete:

6. Novou vzdálenost kuliček od osy soustavy d .

Přitom je dáno následující :

$$\begin{aligned}L &= 0,227 \text{ m} \\d &= 3,28 \cdot 10^{-2} \text{ m} \\a &= 6,26 \cdot 10^{-5} \text{ m} \\h &= 7,33 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Vypracování :

ad 1.

$$m = Vh = 7,53 \cdot 10^{-9} \text{ kg}$$

ad 2. Velikost náboje Q odvodíme z velikostí jednotlivých složek sil působících na kuličku :

$$\tan \frac{F_c}{F_g} = \frac{Q^2}{16\pi\epsilon_0 d^2 m g} = \frac{d}{\sqrt{L^2 - d^2}} \quad \text{z toho}$$

$$Q = 4d \sqrt{\frac{\pi\epsilon_0 d m g}{\sqrt{L^2 - d^2}}} = 7,185 \cdot 10^{-11} \text{ C}$$

ad. 3

$$E_1 = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 a^2} = 1,65 \cdot 10^8 \text{ V/m}$$

ad. 4

$$\begin{aligned}E_2 = E_{2y} &= 2E_1(L) \cos \alpha = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L^3} \sqrt{L^2 - d^2} = 24,80 \text{ V/m} \\E_{2x} &= 0\end{aligned}$$

ad. 5

$$\varphi(L) = \varphi_1 + \varphi_2 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} + K = 0 \quad \text{z čehož plyne :}$$

$$K = -\frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} \quad \text{potom}$$

$$\varphi_0 = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 d} - \frac{Q}{2\pi\epsilon_0 L} = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{L-d}{Ld} \right) = 33,69 \text{ V}$$