

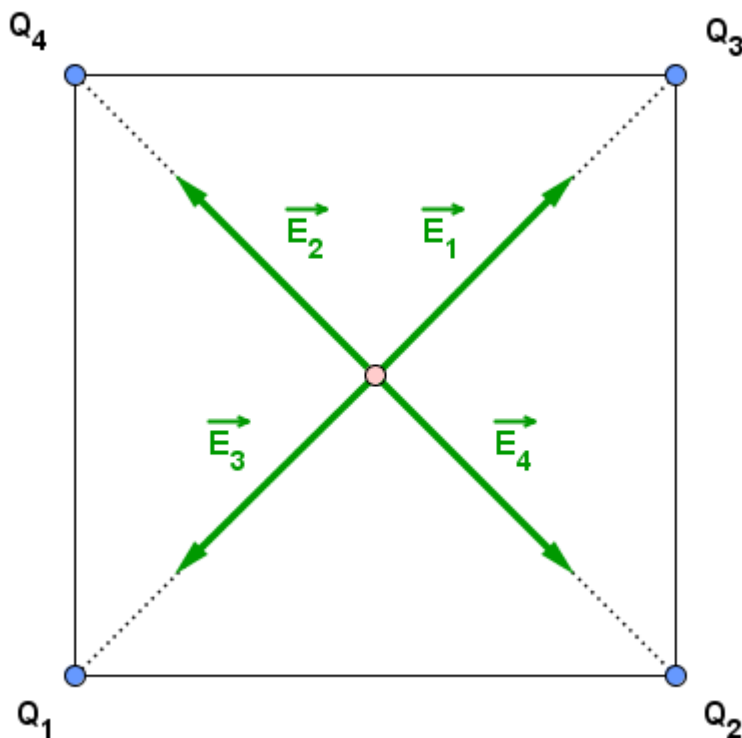
V každém rohu čtverce je kladný náboj o velikosti 1 coulomb. Délka strany čtverce je 0,5 metru.

Jak velká intenzita elektrického pole tvořeného náboji je uprostřed čtverce?

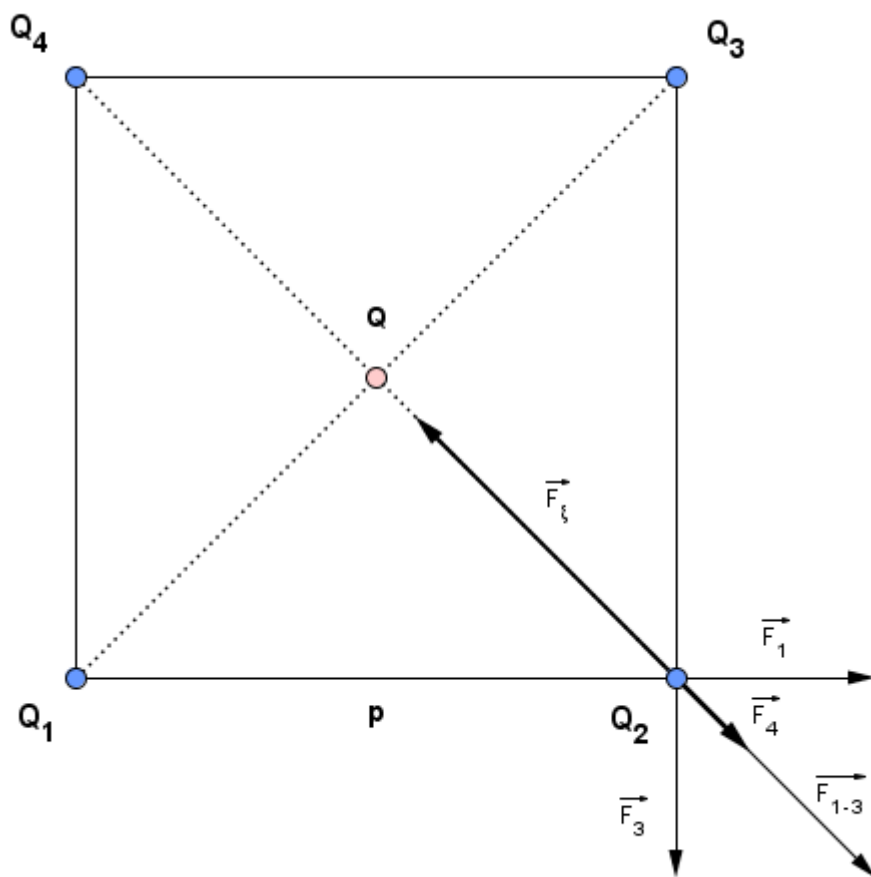
Jak velký záporný náboj musíme dát doprostřed čtverce, aby všechny náboje byly v rovnováze?

Jak velká intenzita elektrického pole bude uprostřed čtverce, pokud z dolního pravého rohu jeden náboj vyjmeme (náboje budou pouze ve třech rozích čtverce)?

Intenzita elektrického pole uprostřed čtverce bude nulová, protože vektory intenzity elektrického pole jednotlivých nábojů se vyruší (viz obrázek).



Na řešení následujícího úkolu půjdeme přes rovnováhu sil. Nakreslíme si všechny síly, které působí třeba na náboj Q_2 .



F_1 ... síla, kterou náboj Q_1 odpuzuje náboj Q_2

F_3 ... síla, kterou náboj Q_3 odpuzuje náboj Q_2

F_4 ... síla, kterou náboj Q_4 odpuzuje náboj Q_2 (je menší, jelikož náboj Q_4 je dále než náboje Q_1 a Q_2)

F_{1-3} ... výslednice sil F_1 a F_3

Na náboj Q_2 působí směrem doprava a dolů síly F_{1-3} a F_4 . Aby se náboj nepohyboval, působí na něj působit stejně velká opačně orientovaná síla – na obrázku označena jako F_ξ .

Pokud tomu tak je, náboj se nehýbe (obdobně to platí pro ostatní náboje).

Podmínka rovnováhy tedy je

$$F_{1-3} + F_4 = F_\xi$$

Dosadíme za jednotlivé síly a vyjádříme si velikost záporného náboje.

Velikost síly F_{1-3} se dá vypočítat z Pythagorovy věty jako

$$F_{1-3}^2 = F_1^2 + F_3^2$$

$$F_{1-3} = \sqrt{F_1^2 + F_3^2}$$

Vyjádříme si velikosti sil F_1 a F_3 z Coulombova zákona.

$$F_1 = k \frac{Q_1 Q_2}{p^2}$$

$$F_3 = k \frac{Q_3 Q_2}{p^2}$$

Jelikož velikost nábojů v rozích čtverce je stejná platí

$$F_1 = F_3 = k \frac{Q_1 Q_2}{p^2} = k \frac{Q_1^2}{p^2}$$

Dosadíme

$$F_{1-3} = \sqrt{F_1^2 + F_3^2} = \sqrt{\left(k \frac{Q_1^2}{p^2}\right)^2 + \left(k \frac{Q_1^2}{p^2}\right)^2} = \sqrt{2 \left(k \frac{Q_1^2}{p^2}\right)^2} = k \frac{Q_1^2}{p^2} \sqrt{2}$$

Nyní si vyjádříme sílu F_4 z Coulombova zákona.

$$F_4 = k \frac{Q_1^2}{(p\sqrt{2})^2} = k \frac{Q_1^2}{2p^2}$$

Vzdálenost ve jmenovateli je úhlopříčka čtverce o straně p .

Tedy

$$F_{1-3} + F_4 = k \frac{Q_1^2}{p^2} \sqrt{2} + k \frac{Q_1^2}{2p^2} = k \frac{Q_1^2}{p^2} \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

Vyjádříme ještě sílu F_ξ z Coulombova zákona.

$$F_\xi = k \frac{Q Q_2}{\left(\frac{p\sqrt{2}}{2}\right)^2} = k \frac{Q Q_2}{\frac{2p^2}{4}} = k \frac{Q Q_2}{\frac{p^2}{2}} = 2k \frac{Q Q_2}{p^2}$$

Dosadíme do rovnice a vyjádříme Q .

$$F_{1-3} + F_4 = F_\xi$$

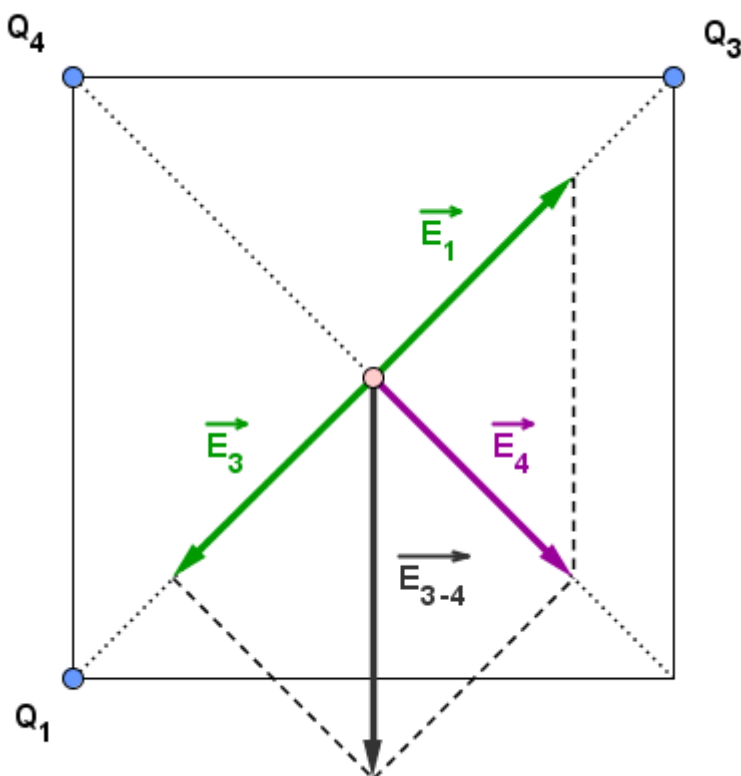
$$k \frac{Q_1^2}{p^2} \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) = 2k \frac{Q Q_2}{p^2}$$

$$Q_1 \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) = 2Q \quad (\text{mimo jiné, } Q_1 \text{ se vykrátí s } Q_2 - \text{ jsou stejné})$$

$$Q = \frac{1}{2} Q_1 \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right)$$

$$Q = \frac{1}{2} 1 \left(\sqrt{2} + \frac{1}{2}\right) C = \left(\frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{1}{4}\right) C \doteq (0,707 + 0,250) C = \mathbf{0,957 C}$$

Pokud z jednoho rohu vyjmeme náboj (vyjmuli jsme náboj Q_2), určit intenzitu nebude již tak snadné, jako v prvním příkladě, ale těžké to nebude. Vektory intenzit polí jednotlivých nábojů budou vypadat následovně.



E_1 ... intenzita elektrického pole náboje Q_1

E_3 ... intenzita elektrického pole náboje Q_3

E_4 ... intenzita elektrického pole náboje Q_4

Úkolem je najít výslednici těchto vektorů intenzit a vypočítat její velikost.

Pokud se dobře podíváme, všimneme si, že výslednicí je vektor intenzity E_4 .

Vektory E_1 a E_3 se totiž vruší. Pokud si toho nevšimneme, můžeme třeba udělat výslednici vektorů E_3 a E_4 – dostaneme vektor E_{3-4} . Ten když sečteme s vektorem E_1 , dostaneme jako výslednici opět vektor E_4 . Ať už to děláme jakýmkoli, avšak správným, způsobem, vždy dostaneme výslednici vektor E_4 .

$$E_4 = k \frac{Q_4}{\left(\frac{p\sqrt{2}}{2}\right)^2} = k \frac{Q_4}{\frac{2p^2}{4}} = 2k \frac{Q_4}{p^2}$$

Vzdálenost ve jmenovateli je půlka úhlopříčky čtverce o straně p .

$$E_4 = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{1}{0,5^2} \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 18 \cdot \frac{1}{0,25} \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1} = 72 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{C}^{-1}$$

Intenzita je v našem případě obrovská, protože náboj 1 C je hodně velký.