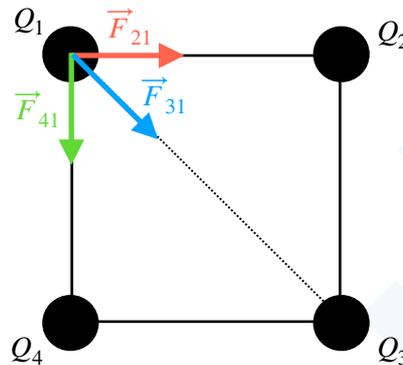


Quattro cariche puntiformi ($Q_1 = -2,0 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_2 = Q_4 = +5,0 \times 10^{-9} \text{ C}$, $Q_3 = +3,0 \times 10^{-9} \text{ C}$) sono disposte in senso orario sui vertici di un quadrato $l = 40 \text{ cm}$.

1. Determina direzione, verso e intensità della forza elettrica risultante sulla carica Q_1 nel vuoto.
2. Determina direzione, verso e intensità della forza elettrica risultante sulla carica Q_1 supponendo che le cariche siano immerse in acetone ($\epsilon_r = 21$)
3. Al centro del quadrato ora è posta una carica $Q = -3,0 \times 10^{-9} \text{ C}$. Determina direzione, verso e intensità della forza elettrica risultante sulla carica Q .



Rappresento graficamente la situazione per avere un'idea chiara delle forze che agiscono sulla carica Q_1 . Determino i moduli delle tre forze:

$$F_{21} = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{r_{21}^2} = k_0 \frac{Q_1 Q_2}{l^2} = 8,988 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \times \frac{2,0 \times 10^{-9} \text{ C} \times 5,0 \times 10^{-9} \text{ C}}{(0,40 \text{ m})^2} = 5,62 \times 10^{-7} \text{ N}$$

$$F_{41} = k_0 \frac{Q_1 Q_4}{r_{41}^2} = k_0 \frac{Q_1 Q_4}{l^2} = 8,988 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \times \frac{2,0 \times 10^{-9} \text{ C} \times 5,0 \times 10^{-9} \text{ C}}{(0,40 \text{ m})^2} = 5,62 \times 10^{-7} \text{ N}$$

$$F_{31} = k_0 \frac{Q_1 Q_3}{r_{31}^2} = k_0 \frac{Q_1 Q_3}{(l\sqrt{2})^2} = 8,988 \times 10^9 \frac{\text{Nm}^2}{\text{C}^2} \times \frac{2,0 \times 10^{-9} \text{ C} \times 3,0 \times 10^{-9} \text{ C}}{(0,40 \text{ m} \times \sqrt{2})^2} = 1,68 \times 10^{-7} \text{ N}$$

Dato che le quattro cariche sono disposte ai vertici di un quadrato e le cariche $Q_2 = Q_4$ sono uguali, la risultante tra \vec{F}_{21} e \vec{F}_{41} avrà la medesima direzione (e anche verso) di \vec{F}_{31} , vale a dire la diagonale del quadrato.

Faccio i calcoli:

$$\left| \vec{F}_{21} + \vec{F}_{41} \right| = \sqrt{F_{21}^2 + F_{41}^2} = \sqrt{(5,62 \times 10^{-7} \text{ N})^2 + (5,62 \times 10^{-7} \text{ N})^2} = 7,95 \times 10^{-7} \text{ N}$$

Posso ora calcolare il valore della forza elettrica risultante relativa alla carica 1, sommando il risultato appena trovato alla forza F_{31} (lo posso fare perché abbiamo detto che hanno la medesima direzione):

$$F_{tot1} = (7,95 + 1,68) \times 10^{-7} \text{ N} = 9,63 \times 10^{-7} \text{ N}$$

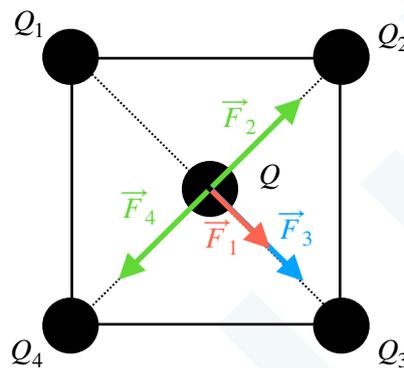
Direzione: diagonale del quadrato; Verso: da Q_1 a Q_3 .

Per determinare la medesima forza quando le cariche sono immerse in acetone, è necessario andare a introdurre il coefficiente dielettrico relativo in tutte le forze elettriche, pertanto, partendo dalla relazione generale $F_{mezzo} = \frac{F_{vuoto}}{\epsilon_r}$:

$$F_{tot,acetone} = \frac{F_{tot1}}{\epsilon_r} = \frac{9,63 \times 10^{-7} N}{21} = 4,59 \times 10^{-8} N$$

Direzione: diagonale del quadrato; Verso: da Q_1 a Q_3 .

A questo punto l'esercizio introduce una quarta carica $Q = -3,0 \times 10^{-9} C$. Rappresento graficamente la situazione per avere un'idea chiara delle forze che agiscono su questa.



Essendo la nuova carica al centro del quadrato ed essendo le cariche Q_2 e Q_4 identiche, le forze esercitate da queste ultime su Q sono di ugual modulo e verso opposto, ciò significa che si annullano a vicenda.

Essendo la nuova carica negativa, essa è sottoposta a forza repulsiva da Q_1 e attrattiva da Q_3 lungo la direzione coincidente con la diagonale del quadrato e verso da Q_1 a Q_3 (v. disegno).

Determino i moduli di \vec{F}_1 e \vec{F}_3 sapendo che in entrambi i casi la distanza d è metà diagonale:

$$F_1 = k_0 \frac{QQ_1}{d^2} = k_0 \frac{QQ_1}{\left(\frac{l\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{2k_0QQ_1}{l^2} = \frac{2 \times 8,988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \times 3,0 \times 10^{-9} C \times 2,0 \times 10^{-9} C}{(0,40m)^2} = 6,74 \times 10^{-7} N$$

$$F_3 = k_0 \frac{QQ_3}{d^2} = k_0 \frac{QQ_1}{\left(\frac{l\sqrt{2}}{2}\right)^2} = \frac{2k_0QQ_3}{l^2} = \frac{2 \times 8,988 \times 10^9 \frac{Nm^2}{C^2} \times 3,0 \times 10^{-9} C \times 3,0 \times 10^{-9} C}{(0,40m)^2} = 10,11 \times 10^{-7} N$$

Perciò, alla luce di quanto detto in precedenza:

$$F_{totQ} = F_1 + F_3 = (6,74 + 10,11) \times 10^{-7} N = 16,85 \times 10^{-7} N = 1,69 \times 10^{-6} N$$

Direzione: diagonale del quadrato; Verso: da Q a Q_3 .