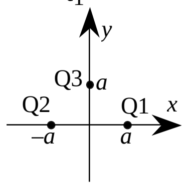
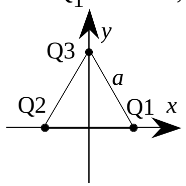
Si danno qui le soluzioni schematiche degli esercizi aperti.

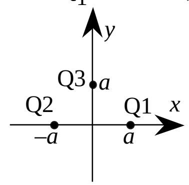
Due cariche puntiformi Q_1 e Q_2, di carica uguale e negativa ($Q_1 = Q_2 < 0$) sono disposte sull'asse *x* nelle posizioni *a* e –*a*. Una terza carica Q_3 positiva è collocata sull'asse *y*, all'ascissa *a*. Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla terza carica.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se le cariche Q_1 e Q_2 avessero carica uguale in modulo, ma di segno opposto?
Dati: Q_1 = –1.1 nC; Q_3 = 2 nC; a = 1 mm



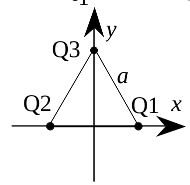
Tre cariche puntiformi sono disposte ai vertici di un triangolo equilatero di lato *a*, disposto sul piano *xy* come in figura. Le cariche Q_1 e Q_2 hanno stesso modulo ma segno differente, con Q_1>0.
Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla terza carica, Q_3, con Q_3>0.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se le cariche Q_1 e Q_2 avessero carica uguale anche in segno?
Dati: Q_1= 1.1 nC; Q_3 = 10 nC; a =2 mm

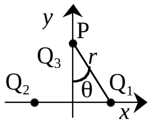


Due cariche puntiformi Q_1 e Q_2, di carica opposta ($Q_1 = -Q_2$, $Q_1 > 0$) sono disposte sull'asse *x* nelle posizioni *a* e –*a*. Una terza carica Q_3 positiva è collocata sull'asse *y*, all'ascissa *a*. Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla terza carica.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se le cariche Q_1 e Q_2 avessero carica uguale anche in segno?
Dati: Q_1 = 1.1 nC; Q_3 = 2 nC; a = 1 mm



Tre cariche puntiformi sono disposte ai vertici di un triangolo equilatero di lato *a*, disposto sul piano *xy* come in figura. Le cariche Q_1 e Q_2 sono uguali e positive. Q_3 è negativa.
Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla terza carica Q_3.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se le cariche Q_1 e Q_2 avessero carica uguale in modulo, ma opposta in segno?
Dati: Q_1 = 1.1 nC; Q_3 = –5 nC; a = 2 mm



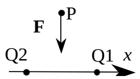


La configurazione è rappresentabile come nella figura accanto (con *r* e θ diversi a seconda del compito). La forza che si esercita nel punto P (0, *a*) sulla carica Q_3 è **F** = Q_3 **E** (0, *a*). Il problema è quindi di comporre vettorialmente i due campi $\mathbf{E_1}$ ed $\mathbf{E_2}$ dati in (0, *a*) dalle cariche Q_1, Q_2.Q_1 e Q_2 sono comunque di uguale modulo e equidistanti dal P. Pertanto, i campi $\mathbf{E_1}$ ed $\mathbf{E_2}$ hanno uguale modulo in (0, *a*) con $|\mathbf{E_1}| = \frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{r^2}$ (*r*: distanza di (0,*a*) da Q_1)

Ambedue i campi sono diretti da P verso le rispettive cariche che li originano. Pertanto la risultante è nel verso delle y negative, ha modulo $2|\mathbf{E_1}|\cos\theta$. Poiché $r = a/\sin\theta$,

$$\mathbf{F} = Q_3\mathbf{E} = 2Q_3\cos\theta\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sin^2\theta}{a^2}(-\hat{\mathbf{y}})$$

Inoltre, θ = π/4, sinθ=cosθ=1/√2, quindi

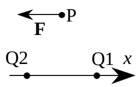


$$|\mathbf{F}| = \frac{\sqrt{2}}{2}\frac{Q_3Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{a^2} \cong 14\text{mN}$$

Il campo $\mathbf{E_1}$ è diretto dalla carica Q_1 a P, mentre $\mathbf{E_2}$ è diretto da P verso Q_2. La risultante è nel verso delle x negative, e ha modulo $2|\mathbf{E_1}|\sin\theta$. Poiché $r = a$,

$$\mathbf{F} = Q_3\mathbf{E} = 2Q_3\sin\theta\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{a^2}(-\hat{\mathbf{x}})$$

Inoltre, θ = π/6, sinθ=1/2, quindi

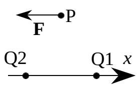


$$|\mathbf{F}| = \frac{Q_3Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{a^2} \cong 25\text{mN}$$

Il campo $\mathbf{E_1}$ è diretto dalla carica Q_1 a P, mentre $\mathbf{E_2}$ è diretto da P verso Q_2. Pertanto la risultante è nel verso delle x negative, e ha modulo $2|\mathbf{E_1}|\sin\theta$. Poiché $r = a / \sin\theta$,

$$\mathbf{F} = Q_3\mathbf{E} = 2Q_3\sin\theta\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sin^2\theta}{a^2}(-\hat{\mathbf{x}})$$

Inoltre, θ = π/4, sinθ=1/√2, quindi

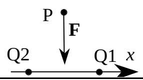


$$|\mathbf{F}| = \frac{\sqrt{2}}{2}\frac{Q_3Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{a^2} \cong 14\text{mN}$$

I campi sono diretti dalle cariche che li originano verso P, ma Q_3<0. La risultante delle forze è quindi nel verso delle y negative, e ha modulo $2|\mathbf{E_1}|\cos\theta$. Poiché $r = a$,

$$\mathbf{F} = Q_3\mathbf{E} = 2Q_3\cos\theta\frac{Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{1}{a^2}(-\hat{\mathbf{y}})$$

Inoltre, θ = π/6, cosθ=√3/2, quindi



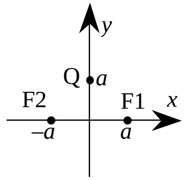
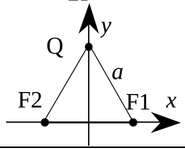
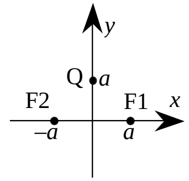
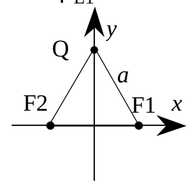
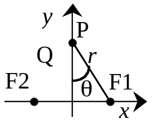
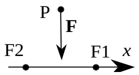
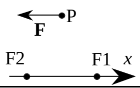
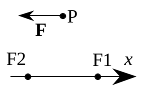
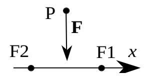
$$|\mathbf{F}| = \frac{Q_3Q_1}{4\pi\varepsilon_0}\frac{\sqrt{3}}{a^2} \cong 21.5\text{mN}$$

(Fac) Si (v. esercizio in colonna 3)

(Fac) Si (v. esercizio in colonna 4)

(Fac) Si (v. esercizio in colonna 1)

(Fac) Si (v. esercizio in colonna 2)

<table>
<tr><th colspan="4">Si danno qui le soluzioni schematiche degli esercizi aperti.</th></tr>
<tr>
<td>Due fili rettilinei indefiniti F1 e F2, con densità lineare di carica uguale e negativa ($\rho_{L1} = \rho_{L2} < 0$) sono disposti perpendicolarmente all’asse x nelle posizioni a e $-a$. Una carica Q positiva è collocata sull’asse y, all’ascissa a. Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla carica.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se i due fili avessero densità lineare di carica uguale in modulo, ma di segno opposto (F1 con carica positiva)?
Dati: $\rho_{L1} = -11$ nC m^{-1}; Q = 2 nC; a =1 mm
</td>
<td>Ai vertici di un triangolo equilatero di lato a, disposto sul piano xy come in figura, si trovano due fili rettilinei indefiniti uniformemente carichi F1 ed F2 (perpendicolari al piano xy) e una carica puntiforme Q. I fili F1 e F2 hanno densità lineare di carica ρ_{L1} e ρ_{L2} di stesso modulo ma segno differente, con $\rho_{L1}>0$.
Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla carica Q>0.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se i due fili avessero densità lineare di carica uguale anche in segno (per esempio, positivo)?
Dati: $\rho_{L1} = 11$ nC m^{-1}; Q= 10 nC; a=2 mm
</td>
<td>Due fili rettilinei indefiniti F1 e F2, con densità lineare di carica opposta ($\rho_{L1} = -\rho_{L2}$, $\rho_{L1} > 0$) sono disposti perpendicolarmente all’asse x nelle posizioni a e $-a$. Una carica Q positiva è collocata sull’asse y, all’ascissa a. Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla carica.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se i due fili avessero densità lineare di carica uguale anche in segno (per esempio, positivo)?
Dati: $\rho_{L1} = 11$ nC m^{-1}; Q = 2 nC; a = 1 mm
</td>
<td>Ai vertici di un triangolo equilatero di lato a, disposto sul piano xy come in figura, si trovano due fili rettilinei indefiniti uniformemente carichi F1 ed F2 (perpendicolari al piano xy) e una carica puntiforme Q. I fili F1 e F2 hanno stessa densità lineare di carica $\rho_L>0$.
Determinare la forza (modulo, direzione e verso) che si esercita sulla carica Q<0.
(facoltativo) Cambierebbe il risultato, e come, se i due fili avessero densità lineare di carica uguale in modulo, ma opposta in segno (F1 con carica positiva)?
Dati: $\rho_{L1} =11$ nC m^{-1}; Q= –10 nC; a =2 mm
</td>
</tr>
<tr>
<td></td>
<td colspan="3">La configurazione è rappresentabile come nella figura accanto (con r e θ diversi a seconda del compito). La forza che si esercita nel punto P (0, a) sulla carica Q è $\mathbf{F}$ = Q $\mathbf{E}$ (0, a). Il problema è quindi di comporre vettorialmente i due campi $\mathbf{E_1}$ ed $\mathbf{E_2}$ dati in (0, a) dai fili F1 e F2. ρ_{L1} e ρ_{L2} sono comunque di uguale modulo e equidistanti dal P. Pertanto, i campi $\mathbf{E_1}$ ed $\mathbf{E_2}$ hanno uguale modulo in (0, a) con $\left|\mathbf{E_1}\right| = \dfrac{\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{r}$ (r: distanza di (0,a) da F1)</td>
</tr>
<tr>
<td>Ambedue i campi sono diretti da P verso i fili che li originano. Pertanto la risultante è nel verso delle y negative, ha modulo 2|$\mathbf{E_1}$|cosθ. Poiché $r = a/\sin\theta$,
$\mathbf{F} = Q\mathbf{E} = 2Q\cos\theta\dfrac{\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{\sin\theta}{a}(-\hat{\mathbf{y}})$
Inoltre, θ = π/4, sinθ=cosθ=1/√2, quindi

$\left|\mathbf{F}\right| = \dfrac{Q\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a} \cong 0.4\text{mN}$</td>
<td>Il campo $\mathbf{E_1}$ è diretto dal filo F1 a P, mentre il campo $\mathbf{E_2}$ è diretto da P verso F2. Pertanto la risultante è nel verso delle x negative, e ha modulo 2|$\mathbf{E_1}$|sinθ. Poiché $r = a$,
$\mathbf{F} = Q\mathbf{E} = 2Q\sin\theta\dfrac{\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}(-\hat{\mathbf{x}})$
Inoltre, θ = π/6, sinθ=1/2, quindi

$\left|\mathbf{F}\right| = \dfrac{Q\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a} \cong 1\text{mN}$</td>
<td>Il campo $\mathbf{E_1}$ è diretto da F1 a P, mentre $\mathbf{E_2}$ è diretto da P verso F2. Pertanto la risultante è nel verso delle x negative, e ha modulo 2|$\mathbf{E_1}$|sinθ. Poiché $r = a / \sin\theta$,
$\mathbf{F} = Q\mathbf{E} = 2Q\sin\theta\dfrac{\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{\sin\theta}{a}(-\hat{\mathbf{x}})$
Inoltre, θ = π/4, sinθ=1/√2, quindi

$\left|\mathbf{F}\right| = \dfrac{Q\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a} \cong 0.4\text{mN}$</td>
<td>I campi sono diretti dai fili che li originano verso P, ma Q_3<0. La risultante delle forze è quindi nel verso delle y negative e ha modulo 2|$\mathbf{E_1}$|cosθ. Poiché $r = a$,
$\mathbf{F} = Q\mathbf{E} = 2Q\cos\theta\dfrac{\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{1}{a}(-\hat{\mathbf{y}})$
Inoltre, θ = π/6, cosθ=√3/2, quindi

$\left|\mathbf{F}\right| = \dfrac{Q\rho_{L1}}{2\pi\varepsilon_0}\dfrac{\sqrt{3}}{a} \cong 1.7\text{mN}$</td>
</tr>
<tr>
<td>(Fac) Si (v. esercizio in colonna 3)</td>
<td>(Fac) Si (v. esercizio in colonna 4)</td>
<td>(Fac) Si (v. esercizio in colonna 1)</td>
<td>(Fac) Si (v. esercizio in colonna 2)</td>
</tr>
</table>