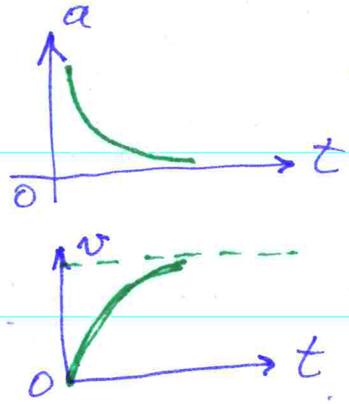
21.11 $F = ma \Rightarrow a = \dfrac{F}{m_p} = \dfrac{ke^2}{m_p r^2}$

a) $a = \dfrac{\left(9\times10^{9}\ \frac{N.m^2}{C^2}\right)\left(1.6\times10^{-19}C\right)^2}{\left(1.67\times10^{-27}kg\right)\left(2.5\times10^{-3}m\right)^2} \Rightarrow \boxed{a \simeq 2.2\times10^{4} m/s^2}$

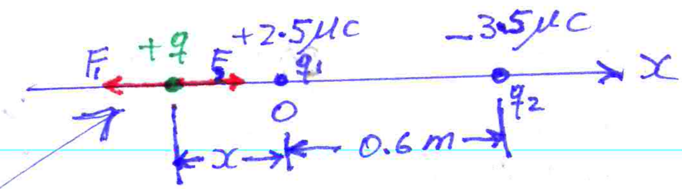
b)



* La aceleración sobre el protón liberado decrece con el tiempo, debido a que la fuerza de interacción eléctrica disminuye a medida que se aleja.

* La rapidez se incrementa, pero la razón de cambio con el tiempo disminuye.

21.24



única posibilidad (sobre el eje x) para que las fuerzas se anulen sobre +q

$q_1 = 2.5\mu C$

$q_2 = -3.5\mu C$

$\sum F_x = F_2 - F_1 = 0 \Rightarrow F_2 = F_1 \Rightarrow \dfrac{\cancel{k}\, q_2 \cancel{q}}{(x+0.6)^2} = \dfrac{\cancel{k}\, q_1 \cancel{q}}{x^2}$

$\sqrt{x^2 q_2} = \sqrt{(x+0.6)^2 q_1} \Rightarrow x = \pm\sqrt{\dfrac{q_1}{q_2}}\,(x+0.6)$

x debe ser positivo, por ser una distancia.

$\Rightarrow x\left(1-\sqrt{\dfrac{q_1}{q_2}}\right) = \sqrt{\dfrac{q_1}{q_2}}\,0.6\,; \quad \sqrt{\dfrac{2.5}{3.5}} = 0.845$

$x = \dfrac{0.507}{0.155}\,m \Rightarrow \boxed{x = 3.27 m}$ a la izquierda del punto de referencia cero.

cap. 21

1.

21.5. $F = 650\,N$, $q_1 = 1\,C$, $q_2 = -1\,C$

$|q_1| = |q_2| = q$

$$F = \frac{k\,|q_1 q_2|}{r^2} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{k\,q^2}{F}}$$

$$r = \sqrt{\frac{(9\times10^9)(1)^2}{650}}\ m \Rightarrow \boxed{r \simeq 3.7\times10^3\ m}$$

Distancia a la que deben estar para que la fuerza de atracción sea de 650N.

2.

21.10. a) $$F = \frac{k\,q^2}{r^2} = m_e a \Rightarrow r = \sqrt{\frac{k e^2}{m_e g}} = \sqrt{\frac{(9\times10^9)(1.6\times10^{-19})^2}{(9.1\times10^{-31})(10)}}$$

$q = e = 1.6\times10^{-19}\,C$

$a = g \simeq 10\ m/s^2$

$m_e \simeq 9.1\times10^{-31}\,kg$

$$\boxed{r \simeq 5.06\ m}$$

b) $M_T = 5.97\times10^{24}\,kg$

$m_p = 1.67\times10^{-27}\,kg$

$R_T = 6.38\times10^{6}\,m$

$q_p = e = 1.6\times10^{-19}\,C$

$m_e = 9.1\times10^{-31}\,kg$

$\#$ de protones $= N = \dfrac{M_T}{m_p}$

$$\boxed{N = \frac{(5.97\times10^{24}\,kg)}{(1.67\times10^{-27}\,kg)} \simeq 3.57\times10^{51}\ prot.}$$

$$F = m_e a \Rightarrow a = \frac{F}{m_e}$$

$$a = \frac{N k e^2}{m_e R_T^2} = \frac{(9\times10^9)(3.57\times10^{51})(1.6\times10^{-19})^2}{(9.1\times10^{-31})(6.38\times10^6)^2} \simeq 2.2\times10^{40}\ m/s^2$$

$$\boxed{a \simeq 2.2\times10^{40}\ m/s^2}$$

con esta aceleración se puede ignorar la aceleración de la gravedad, debido a que $\boxed{a \simeq 10^{39}\,g}$

5. $\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow m = \rho V = \left(1\frac{g}{cm^3}\right)(1\,cm^3) \Rightarrow \boxed{m = 1\,g}$

$n = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{M} = \frac{1\,g}{18\,g/mol}$ $\cancel{\Rightarrow N =}$ $\boxed{n = 5.6\times10^{-2}\,moles}$

$N = (5.6\times10^{-2}\,moles)\,N_A = (5.6\times10^{-2}\,moles)\left(6.02\times10^{23}\,\frac{moléc}{mol}\right)$

$N = 33.7\times10^{23}\,moléc. \Rightarrow \boxed{N = 3.37\times10^{24}\,moléc}$

$q_1 = q_2 = Ne = (3.37\times10^{24})(1.6\times10^{-19}\,C) \approx 5.4\times10^{5}\,C$

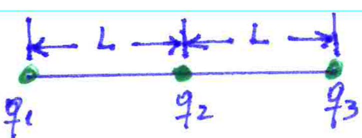
$\boxed{q_1 = q_2 \sim 10^{6}\,C}$ $\boxed{r = 100\,km = 10^{5}\,m}$

$$F = \frac{k q_1 q_2}{r^2} = -\frac{(9\times10^{9})(10^{6})^2}{(10^{5})^2}\,N = -\frac{10^{10}\times10^{12}}{10^{10}}\,N$$

$$\boxed{F = -\frac{10^{22}}{10^{10}}\,N \sim 10^{12}\,N}$$

El orden de magnitud de la fuerza de atracción es de $10^{12}\,N$

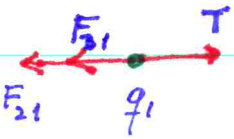
6.



Suponemos que el sistema está en equilibrio.

$q_1 = q_2 = q_3 = q$

Fuerzas sobre la carga q_1:



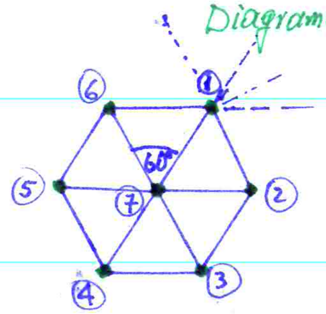
$$\Sigma F_x = T - F_{21} - F_{31} = 0 \Rightarrow T = \frac{k q_1 q_2}{L^2} + \frac{k q_1 q_3}{(2L)^2}$$

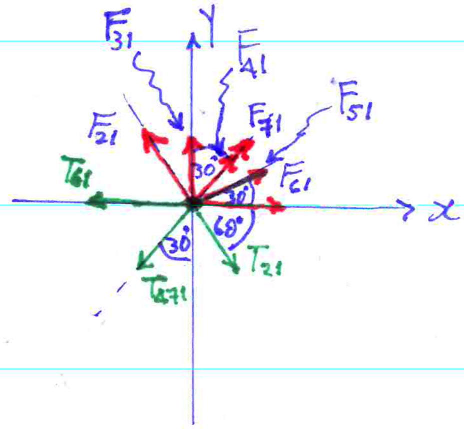
$$\Rightarrow T = \frac{k q^2}{L^2}\left(1 + \frac{1}{4}\right) \Rightarrow \boxed{T = \frac{5}{4}\frac{k q^2}{L^2}}$$

Esta es la tensión en cada cuerda.

7.

Diagrama de fuerzas sobre la carga 1





* Los triángulos que se forman son equiláteros, por tanto, forman ángulos internos de 60°.

$$\sum F_x = F_{61} + F_{51}\cos 30° + F_{71}\cos 60° + F_{41}\cos 60° + T_{21}\cos 60° - T_{61} - F_{21}\cos 60° - T_{471}\cos 60° = 0$$

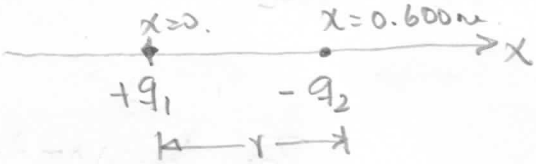
Solución

1.5 $\vec{F} = -K \dfrac{q_1 q_2}{r^2}\,\hat{r}$ luego $F = K \dfrac{q_1 q_2}{r^2}$

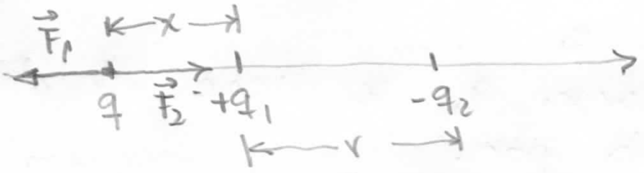
donde $r = \sqrt{\dfrac{K q_1 q_2}{F}}$, para este caso $F = 650\,N$.

luego $r = \sqrt{\dfrac{(9 \times 10^9)\,\frac{N \cdot m^2}{C^2} * (1.0C)^2}{650\,N}} = 3.72 \times 10^3\ m.$

21.24



Por las condiciones del problema la carga se debe encontrar a la izquierda de q_1 puesto que q_2 en magnitud es mayor que q_1, y una ubicación entre q_1 y q_2 no cumpliría la condición de equilibrio deseada. Luego, se tiene que.



Se debe tener que $F_1 = F_2$. , luego.

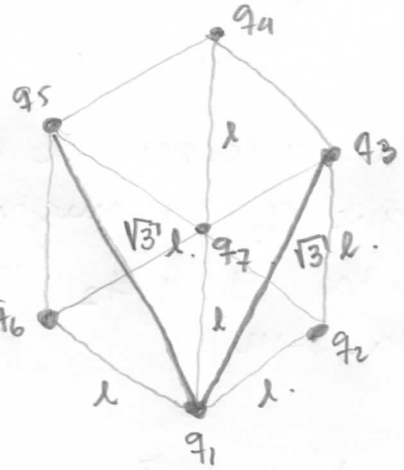
$$\frac{Kq_1q}{x^2} = \frac{Kq_2K}{(x+r)^2}, \text{ simplificando.}$$

$$x = \pm\sqrt{\frac{q_1}{q_2}}\,(x+0.600) = \pm\,(0.845)(x+0.600)$$

escogiendo la raíz positiva, se tiene que.

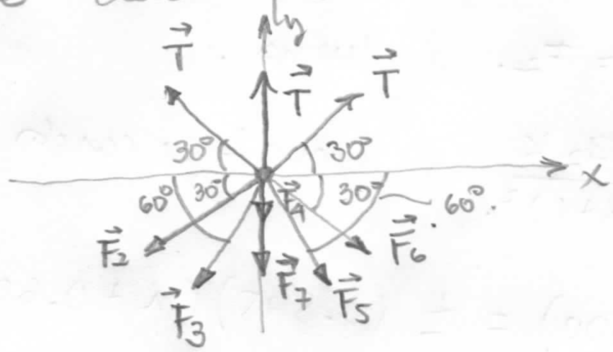
$$x = \frac{(0.845)(0.600)}{1-0.845} = 3.27\ m.$$

(7) Por geometría se tiene que



Por la simetría de la configuración del sistema se puede suponer que las tensiones entre todas las cuerdas son iguales.

Luego, sobre la carga q_1 se tiene el diagrama de cuerpo libre dado por:



Realizando la suma de fuerzas se tiene que:

$$\sum F_x = T\cos 30° + F_6\cos 30° + F_5\cos 60° - T\cos 30° - F_2\cos 30° - F_3\cos 60° = 0.$$

$$\sum F_y = T + 2T\,\text{sen}\,30° - F_4 - F_7 - F_6\,\text{sen}\,30° - F_5\,\text{sen}\,60° - F_2\,\text{sen}\,30° - F_3\,\text{sen}\,60 = 0.$$

Ahora por la ley de Coulomb se tiene que:

$$F_2 = k\frac{q^2}{l^2};\quad F_3 = \frac{kq^2}{3l^2};\quad F_4 = \frac{kq^2}{4l^2};\quad F_5 = \frac{kq^2}{3l^2};\quad F_6 = \frac{kq^2}{l^2};\quad F_7 = \frac{kq^2}{l^2}.$$

$$\Rightarrow \sum F_x = \cancel{\frac{T\sqrt{3}}{2}} + \cancel{\frac{kq^2}{l^2}\frac{\sqrt{3}}{2}} + \cancel{\frac{kq^2}{6l^2}} - \cancel{\frac{T\sqrt{3}}{2}} - \cancel{\frac{kq^2}{l^2}\frac{\sqrt{3}}{2}} - \cancel{\frac{kq^2}{6l^2}} = 0. \Rightarrow 0 = 0 \checkmark.$$

$$\Rightarrow \sum F_y = T + T - \frac{kq^2}{4l^2} - \frac{kq^2}{l^2} - \frac{kq^2}{l^2}\frac{1}{2} - \frac{kq^2}{3l^2}\frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{kq^2}{l^2}\frac{1}{2} - \frac{kq^2}{3l^2}\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.$$

$$\Rightarrow 2T = \frac{kq^2}{l^2}\left[\frac{1}{4} + 1 + \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{6} + \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}}{6}\right],$$ luego.

$$\boxed{T = 1.41\,\frac{kq^2}{l^2}\ \text{N}.}$$