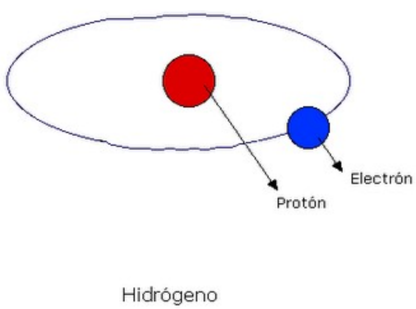
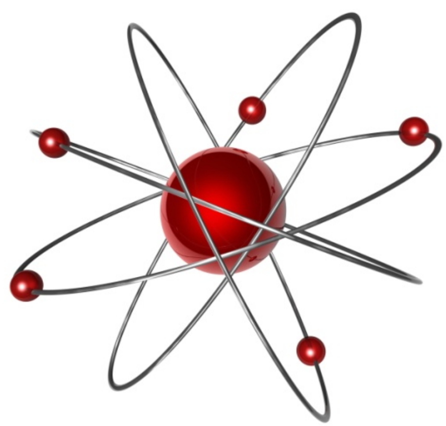
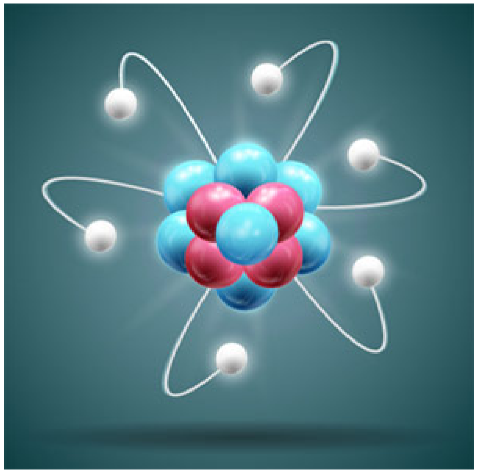
Carga eléctrica

La teoría atómica moderna sobre la meteria explica que todas las sustancias están formadas por átomos y moléculas. Cada átomo tiene una parte central cargada positivamente que se llama núcleo y que está rodeada de una nube de electrones cargados negativamente. El núcleo consta de cierto número de protones, cada uno de ellos con una sola unidad de carga positiva, y (excepto para el hidrógeno) uno o más neutrones. Como lo sugiere su nombre, un neutrón es una partícula eléctricamente neutra. Normalmente, un átomo de materia se encuentra en un estado neutro o sin carga debido a que contiene el mismo número de protones en su nucleo que de electrones alrededor de él. Si por alguna razón un átomo neutro pierde uno o más de sus electrones exteriores, el átomo tiene una carga neta positiva y se le conoce como un ion positivo. Un ion negativo es un átomo que ha ganado una o más cargas negativas adicionales.





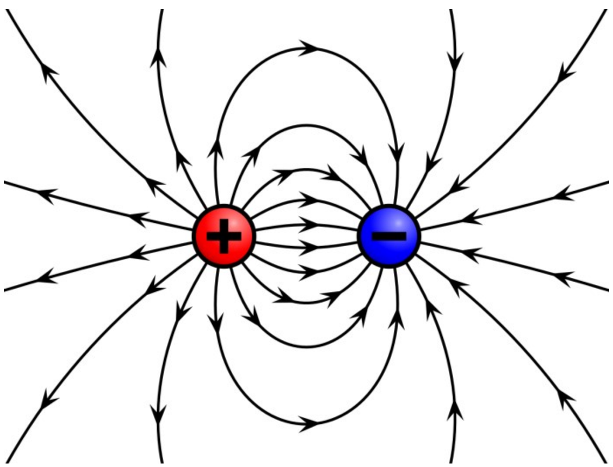


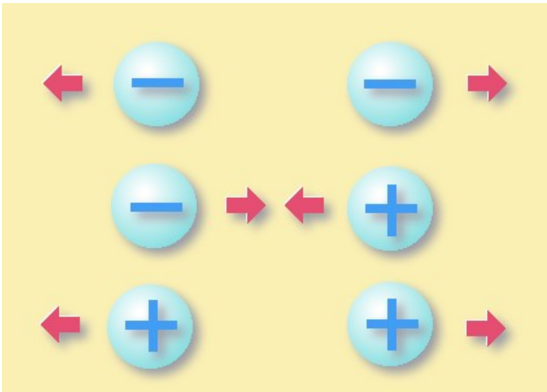
Carga eléctrica

Cuando dos materiales se ponen en contacto estrecho, algunos de los electrones más debilmente retenidos se pueden transferir de un material al otro.

Un objeto que tiene un exceso de electrones está cargado negativamente, y un objeto que tiene una deficiencia de electrones está cargada positivamente.

Por otro lado, recordemos que "las cargas del mismo signo se repelen y las cargas de signo contrario se atraen"





Mtra. Ma. De los Ángeles Martínez Cosío

Ley de Coulomb

Suponga que dos cargas puntuales q y q' están separadas una distancia r en el vacío. Si q y q' tienen el mismo signo, las dos cargas se repelen mutuamente, si poseen signos opuestos, se atraen una a la otra. La fuerza que experimenta una carga debido a la otra se conoce como fuerza de Coulomb o eléctrica y está dada por la Ley de Coulomb.

$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

Para formulario

En donde:

F_E= Fuerza eléctrica (Newton)
k = Constante de Coulomb = 8.988×10^9 N m^2/C^2
q y q' = carga eléctrica (Coulomb C)
r = radio o distancia (m, cm, pie, etc.)

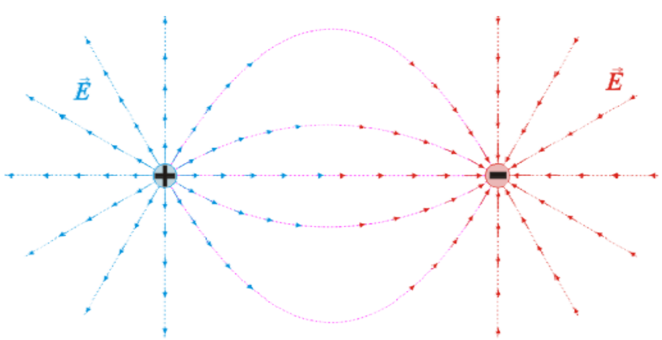
Para formulario

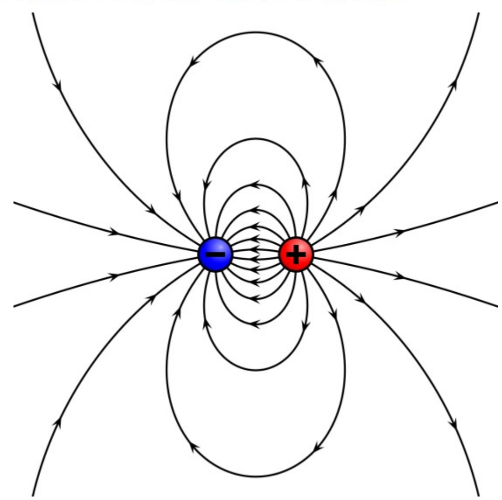
<u>Nota.- Para fines prácticos, la constante de Coulomb se aproxima a 9×10^9 N m^2/C^2</u>

Campo eléctrico

Exise en cualquier punto del espacio donde una carga de prueba, al colocarse en dicho punto, experimenta una fuerza eléctrica. La dirección del campo eléctrico en un punto es la misma que la dirección de la fuerza experimentada por una carga de prueba positiva colocada en el punto.

Se pueden usar líneas de campo eléctrico para esquematizar los campos eléctricos. La línea a través de un punto tiene la misma dirección que el campo eléctrico en dicho lugar. Donde las líneas de campo están más juntas unas de otras la intesidad del campo eléctrico es mayor. Las líneas de campo salen de las cargas positivas (ya que éstas repelen la carga de prueba positiva) y llegan a las cargas negativas (porque éstas atraen a la carga de prueba positiva)





Mtra. Ma. De los Ángeles Martínez Cosío
Diciembre 20

Ejercicio 1

Dos esferas muy pequeñas tienen una separación centro a centro de 1.5 m. Portan cargas idénticas. ¿Aproximadamente cuán grande es la carga sobre cada una si cada esfera experimenta una fuerza de 2N?

r = 1.5 m q = q' F_E = 2 N

$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

$$2 = 9x10^9\ \frac{q^2}{(1.5)^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{2(1.5)^2}{9x10^9}}$$

$$q = 0.000022361\ C\ \checkmark$$

Ejercicio 2

Un núcleo de helio tiene una carga de +2e y uno de neón tiene una carga de +10e, donde e es la cantidad de la carga que es 1.6 x 10^{-19} C. Encuentre la fuerza de repulsión ejercida sobre una por la otra cuando están separadas 3 nanómetros (1 nm= 10^{-9} m). Suponga que el sistema está en el vacío.

$q = +2(1.6x10^{-19})$ C $q' = +10(1.6 \times 10^{-19})$ C $r = 3 \times 10^{-9}$ $F_E = ¿?$

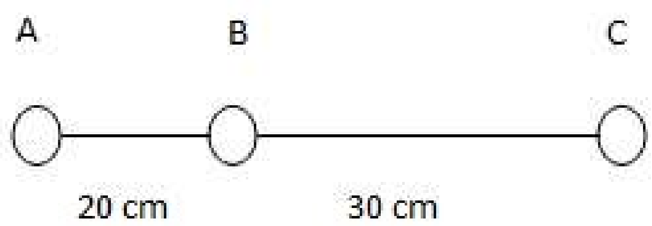
$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

$$F_E = 9x10^9\ \frac{(3.2x10^{-19})(1.6x10^{-18})}{(3x10^{-9})^2}$$

$$F_E = 5.12x10^{-10}$$

Ejercicio 3

Tres cargas puntuales se colocan sobre el eje x como se muestran en la figura. Las cargas son A = 3 µC, B = -5 µC y C = 8 µC. Determine la fuerza neta sobre la carga de 8 µC debido a las otras dos cargas



$q_A = +3\ x10^{-6}$ C $q_B = -5\ x\ 10^{-6}$ C $q_B = +8\ x\ 10^{-6}$ C $r_{AB} = 0.20$ m $r_{BC} = 0.30$ m $F_E = ¿?$

…ejercicio 3

$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

$$F_{E\,A-C} = 9x10^9\ \frac{(3\,x10^{-6})(8\,x10^{-6})}{(0.20+0.30)^2}$$

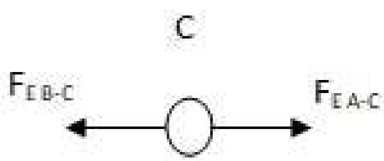
$$F_{E\,A-C} = 0.864$$

$$F_{E\,B-C} = 9x10^9\ \frac{(5\,x10^{-6})(8\,x10^{-6})}{(0.30)^2}$$

$$F_{E\,B-C} = 4$$

…ejercicio 3

Para identificar como se resuelve la sumatoria de fuerzas se tiene que identificar hacia donde se dirigen los vectores:

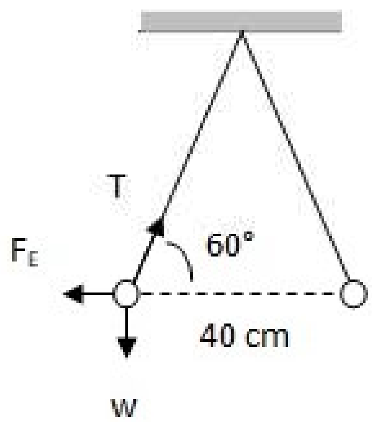


$$F_{E\ Total\ para\ C} = -4 + 0.864$$

$$F_{E\ Total\ para\ C} = -3.136$$

Ejercicio 4

Como se muestra en la figura siguiente, dos bolas idénticas, cada una de 0.10 g de masa, portan cargas idénticas y están separadas por dos hilos de igual longitud. En el equilibrio, se colocan ellas mismas como se muestra en la figura. Encontrar la carga sobre cada bola.



$m = 0.10\ g = 0.0001\ Kg$ $q = q' =$ ¿? $r = 40\ cm = 0.4\ m$ $F_E =$ ¿?

…ejercicio 4

Debido a que está en equilibrio, obteniendo suma de fuerzas en y:

$$T(sen60) - w = 0$$

$$T(sen60) = 0.0001(9.81)$$

$$T = \frac{0.0001(9.81)}{sen60}$$

$$T = 0.001132761\ N$$

Obteniendo F_E por suma de fuerzas en x:

$$-F_E + T(cos60) = 0$$

$$-F_E + 0.001132761(cos60) = 0$$

$$F_E = 0.0005663805\ N$$

…ejercicio 4

Calculando las cargas:

$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

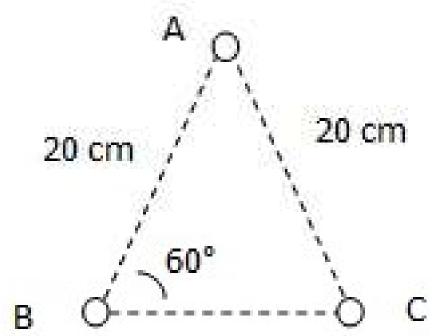
$$0.0005663805 = 9x10^9\,\frac{q^2}{(0.40)^2}$$

$$q = \sqrt{\frac{0.0005663805(0.40)^2}{9\,x10^9}}$$

$$q = 1.00344\,x\,10^{-7}\,C$$ ✔

Ejercicio 5

Las cargas que se muestran en la figura siguiente son estacionarias. Las cargas son A = 4 μC, B = 2 μC y C = 3 μC. Encontrar la fuerza sobre la carga de 4 μC debida a las otras dos cargas



$q_A = 4 \times 10^{-6}$ C
$q_B = 2 \times 10^{-6}$ C
$q_C = 3 \times 10^{-6}$ C
$r_{AB} = 0.20$ m
$r_{AC} = 0.20$ m
$F_E =$ ¿?

…ejercicio 5

$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

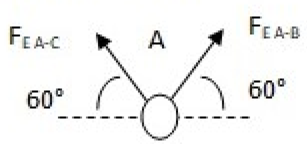
$$F_{E\,A-B} = 9x10^9\ \frac{(4\,x10^{-6})(2\,x10^{-6})}{(0.20)^2}$$

$$F_{E\,A-B} = 1.8$$

$$F_{E\,A-C} = 9x10^9\ \frac{(4\,x10^{-6})(3\,x10^{-6})}{(0.20)^2}$$

$$F_{E\,A-C} = 2.7$$

Para identificar como se resuelve la sumatoria de fuerzas se tiene que identificar hacia donde se dirigen los vectores:



…ejercicio 5

Para encontrar la Fuerza resultante, debemos obtener las componentes de la Resultante en x y y:

$$F_{E\,Rx} = -F_{E\,A-C}(\cos 60) + F_{E\,A-B}(\cos 60)$$

$$F_{E\,Rx} = -2.7(\cos 60) + 1.8(\cos 60)$$

$$F_{E\,Rx} = -1.35 + 0.9$$

$$F_{E\,Rx} = -0.45$$

$$F_{E\,Ry} = +F_{E\,A-C}(\text{sen } 60) + F_{E\,A-B}(sen 60)$$

$$F_{E\,Ry} = +2.7(\text{sen } 60) + 1.8(\text{sen } 60)$$

$$F_{E\,Ry} = +2.3383 + 1.5588$$

$$F_{E\,Ry} = +3.8971$$

…ejercicio 5

Ahora, utilizando el teorema de Pitágoras, obtendremos:

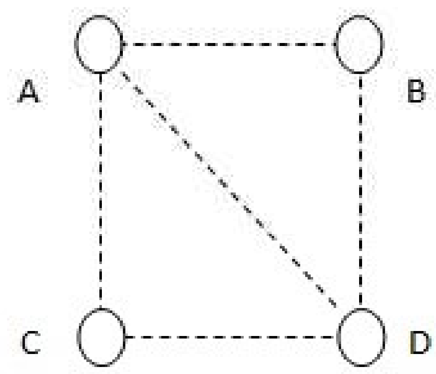
$$F_{E\,R} = \sqrt{{F_{E\,Rx}}^{2} + {F_{E\,Ry}}^{2}}$$

$$F_{E\,R} = \sqrt{(-0.45)^2 + (3.8971)^2}$$

$$F_{E\,R} = 3.9230\ N$$

Ejercicio 6

Cuatro cargas están colocadas sobre cuatro esquinas de un cuadrado, A de 8 μC, B de -5 μC, C de -4 μC y D de 6 μC, como se muestra en la figura siguiente. Cada lado del cuadrado es de 30 cm. ¿Cuál será la fuerza eléctrica sobre una carga D de 6 μC situado en la cuarta esquina?



$q_A = 8 \times 10^{-6}$ C
$q_B = -5 \times 10^{-6}$ C
$q_C = -4 \times 10^{-6}$ C
$q_D = 6 \times 10^{-6}$ C
$r_{CD} = r_{BD} = 0.30$ m
$r_{AD} = \sqrt{0.30^2 + 0.30^2} = 0.4243$ m
$F_E = ¿?$

…ejercicio 6

$$F_E = k\frac{q\,q'}{r^2}$$

$$F_{E\,A-D} = 9x10^9\,\frac{(8\,x10^{-6})(6\,x10^{-6})}{(0.4243)^2}$$

$$F_{E\,A-D} = 2.3996$$

$$F_{E\,B-D} = 9x10^9\,\frac{(5\,x10^{-6})(6\,x10^{-6})}{(0.30)^2}$$

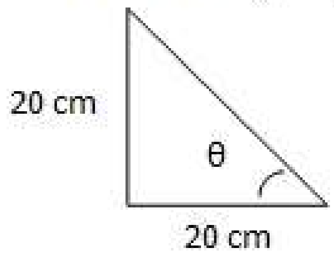
$$F_{E\,B-D} = 3$$

$$F_{E\,C-D} = 9x10^9\,\frac{(4\,x10^{-6})(6\,x10^{-6})}{(0.30)^2}$$

$$F_{E\,C-D} = 2.4$$

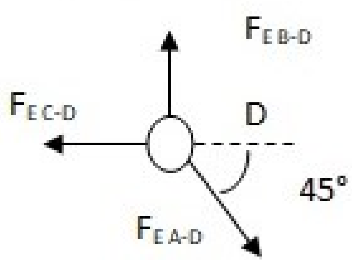
…ejercicio 6

Identificando el ángulo que se forma con la diagonal:



$$\theta = arctan\frac{0.20}{0.20} = 45°$$

Para identificar como se resuelve la sumatoria de fuerzas se tiene que identificar hacia donde se dirigen los vectores:



…ejercicio 6

Para encontrar la Fuerza resultante, debemos obtener las componentes de la Resultante en "x" y "y":

$$F_{E\,Rx} = -F_{E\,C-D} + F_{E\,A-D}(\cos 45)$$

$$F_{E\,Rx} = -2.4 + 2.3996(\cos 45)$$

$$F_{E\,Rx} = -0.7032$$

$$F_{E\,Ry} = +F_{E\,B-D} - F_{E\,A-D}(sen 45)$$

$$F_{E\,Ry} = +3 - 2.3996(\text{sen } 45)$$

$$F_{E\,Ry} = +1.3032$$

Ahora, utilizando el teorema de Pitágoras, obtendremos:

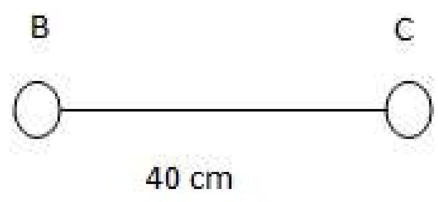
$$F_{E\,R} = \sqrt{{F_{E\,Rx}}^2 + {F_{E\,Ry}}^2}$$

$$F_{E\,R} = \sqrt{(-0.7032)^2 + (1.3032)^2}$$

$$F_{E\,R} = 1.4799\ N \checkmark$$

Ejercicio 7

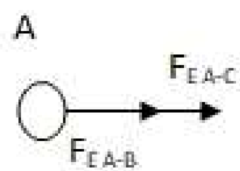
Dos pequeñas esferas cargadas se colocan sobre el eje x: B de 3 μC en x = 0 y C de -5 μC en x = 40 cm, ¿Dónde se debe colocar una tercera carga q si la fuerza que experimenta debe ser cero?



q_A = ¿?
$q_B = 3 \times 10^{-6}$ C
$q_C = -5 \times 10^{-6}$ C
r_{AB} = ¿?
$r_{BC} = 0.40$ m
$F_E = 0$

…ejercicio 7

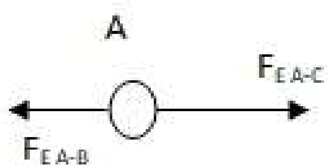
Supongamos que la carga que se va a colocar "A" es positiva, si se colocase entre B y C, la carga nueva se repelería con la carga B y la carga nueva se atraería con la carga C, por lo que los vectores quedarían así:



De esta forma la suma de fuerzas no dará cero.

…ejercicio 7

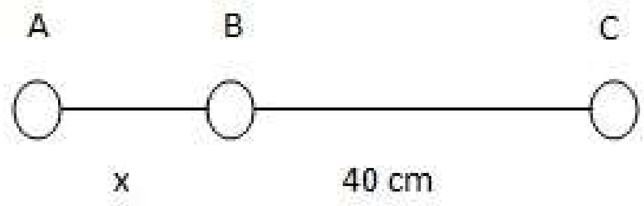
Suponiendo que la carga que se va a colocar "A" es positiva, si se colocase a la derecha de C, la carga nueva se repelería con la carga B y la carga nueva se atraería con la carga C, por lo que los vectores quedarían así:



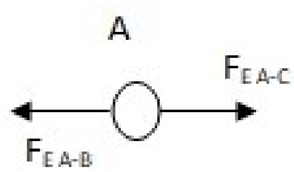
Sin embargo la carga B más pequeña, y la distancia muy grande, la Fuerza eléctrica entre A y B será muy pequeña y no se podrá anular con la Fuerza eléctrica entre A y C

…ejercicio 7

Entonces debemos suponer que la carga nueva "A" se deberá colocar a la izquierda de la carga B y llamaremos x a la distancia que requerimos conocer.



Si ubicamos la carga "A" a la izquierda de la carga B, podemos suponer que la carga que se va a colocar "A" es positiva, la carga nueva se repelería con la carga B y la carga nueva se atraería con la carga C, por lo que los vectores quedarían así:



…ejercicio 7

Para que F_E sea cero en la carga A, se requiere que las $F_{E\,A\text{-}B}$ sea igual a la $F_{E\,A\text{-}C}$, por tanto:

$$F_{E\ A-B} = 9x10^9\ \frac{q(3\ x10^{-6})}{(x)^2}$$

$$F_{E\ A-C} = 9x10^9\ \frac{q(5\ x10^{-6})}{(x+0.40)^2}$$

$$F_{E\ A-B} = F_{E\ A-C}$$

$$9x10^9\ \frac{q(3\ x10^{-6})}{(x)^2} = 9x10^9\ \frac{q(5\ x10^{-6})}{(x+0.40)^2}$$

$$\frac{9x10^9}{9x10^9}\ \frac{q(3\ x10^{-6})}{q(x)^2} = \frac{(5\ x10^{-6})}{(x+0.40)^2}$$

$$\frac{(3\ x10^{-6})}{(x)^2} = \frac{(5\ x10^{-6})}{(x+0.40)^2}$$

…ejercicio 7

$$(x+0.40)^2(3\,x10^{-6}) = x^2(5\,x10^{-6})$$

$$(x^2+0.80x+0.16)(3\,x10^{-6}) = x^2(5\,x10^{-6})$$

$$(3\,x10^{-6})x^2 + (2.4\,x10^{-6})x + (4.8\,x10^{-7}) = (5\,x10^{-6})x^2$$

$$(3\,x10^{-6})x^2 - (5\,x10^{-6})x^2 + (2.4\,x10^{-6})x + (4.8\,x10^{-7}) = 0$$

$$-(2\,x10^{-6})x^2 + (2.4\,x10^{-6})x + (4.8\,x10^{-7}) = 0$$

$$x = \frac{-(2.4\,x10^{-6}) \pm \sqrt{(2.4\,x10^{-6})^2 - 4\left(-(2\,x10^{-6})\right)(4.8\,x10^{-7})}}{2(-(2\,x10^{-6}))}$$

…ejercicio 7

$$x = \frac{-(2.4\,x10^{-6}) \pm \sqrt{(5.76\,x10^{-12}) + (3.84\,x10^{-12})}}{-(4\,x10^{-6})}$$

$$x = \frac{-(2.4\,x10^{-6}) \pm (3.0984\,x10^{-6})}{(4\,x10^{-6})}$$

$$x_1 = \frac{-(2.4\,x10^{-6}) + (3.0984\,x10^{-6})}{-(4\,x10^{-6})}$$

$$x_1 = -0.1746$$

$$x_2 = \frac{-(2.4\,x10^{-6}) - (3.0984\,x10^{-6})}{-(4\,x10^{-6})}$$

$$x_2 = 1.3746\,m \checkmark$$