1.- Naturaleza de la Carga Eléctrica

Respuesta:

Para conocer la naturaleza de la *Carga Eléctrica* tenemos que repasar la composición de la *Materia*.

La materia se compone de unas unidades elementales llamadas *Moléculas*, estas por otras unidades más pequeñas que son los *Átomos* y estos están compuestos por tres tipos de partículas *subatómicas*:

a) ***Electrones.-*** **Caracterizados por tener carga eléctrica *NEGATIVA***
b) ***Protones.-*** **Con carga eléctrica *POSITIVA***
c) **Neutrones que *NO POSEEN CARGA ELÉCTRICA***

En los átomos neutros se cumple:

Nº cargas eléctricas positivas* = *Nº de cargas eléctricas negativas

Los átomos neutros pueden captar o ceder electrones:

a) **Si un átomo *capta electrones* se transforma en un ente con *exceso de carga eléctrica negativa***
b) **Si un átomo *cede electrones* se transforma en un ente con *exceso de carga eléctrica positiva***

En Química estos entes tienen un nombre común, los *IONES*. Los hay *positivos* llamados *Cationes* y los hay *negativos* llamados *aniones*.

Ya podemos definir la *Carga Eléctrica* o *Cantidad de Electricidad* (positiva o negativa) al *defecto* o *exceso* de *Electrones* respecto al número de *protones*

2.- Unidad de carga Eléctrica

Respuesta:

De las dos partículas subatómicas con carga eléctrica, el Protón y el Electrón, se tomó el Electrón como *Unidad de Carga Eléctrica Elemental* por tener una masa despreciable frente a la del Protón.

Esta unidad de carga elemental es muy pequeña y se estableció la unidad de carga eléctrica en el S.I. el *Culombio* (C) cuya definición:

"la cantidad de carga que a la distancia de 1 metro ejerce sobre otra cantidad de carga igual una fuerza repulsiva de 9 .10^{9} N"

Equivalencias:

1 C = 6,24 . 10^{18} e-

1 e- = 1,6 . 10^{-19} C

1 mC = 10-3 C

1 µ C = 10^{-6} C

1 nC = 10^{-9} C

1 pC = 10^{-12} C

3.- Establece Verdadero o Falso en las siguientes afirmaciones

a) **Un cuerpo está cargado negativamente cuando hay un exceso de electrones**
b) **Un cuerpo es eléctricamente neutro cuando hay más carga negativa que positiva**
c) **Un cuerpo está cargado positivamente cuando hay más protones que electrones**

Respuesta:

a) Verdadero

b) *Falso*
c) *Verdadero*

4.- **¿Es correcto utilizar en los ejercicios prácticos datos como (+ 2,5 electrones) o (+ 2,5 culombios)?**

Respuesta:

No es correcto por las siguientes razones:

a) **Los electrones son cargas eléctricas negativas**
b) **Los culombios son valores de cargas eléctricas y no tienen signo positivo o negativo**
c) **Los electrones tienen cargas eléctricas muy pequeñas por lo que se utilizan los culombios. Pero siempre es posible transformar los electrones en culombios**

5.- **¿A cuántos culombios equivale la carga de un electrón?**

Resolución:

Al establecer la unidad de carga eléctrica en el S.I. (el culombio), se estableció la siguiente relación:

$1\ C = 6{,}24 \cdot 10^{18}\ e^-$

Por lo tanto, utilizando el "Factor de Conversión" tendremos que:

$$1\ \cancel{e^-} \cdot \frac{1\ C}{6{,}24 \cdot 10^{18}\ \cancel{e^-}} = 0{,}16 \cdot 10^{-18}\ C = 1{,}6 \cdot 10^{-19}\ C$$

6.- **Transformar 1,25 . 10^{13} e- en:**

a) Culombios

b) nanoculombios

Respuesta:

Sabemos que 1 e- = 1,6 . 19^{-19} C

Por el "Factor de Conversión":

$$1{,}25\ 10^{13}\ \cancel{e-} \cdot \frac{1\ C}{6{,}24 \cdot 10^{18}\ \cancel{e-}} = 0{,}2 \cdot 10^{-5} C$$

$$1{,}25 \cdot 10^{13}\ e- = 0{,}2 \cdot 10^{-5}\ \cancel{C} \cdot \frac{1\ \mu C}{10^{-6}\ \cancel{C}} = 2\ \mu C$$

7.- **Ordenar de mayor a menor las cargas: $q_1 = 10^3$ nC ; q_2 = 200 mC ; q_3 = 0,005C ; $q_4 = 10^5$ µC.**

Resolución:

Pasaremos todas las cargas a Culombios:

$$q_1 = 10^3\ \cancel{nC} \cdot \frac{10^{-9}\ C}{1\ \cancel{nC}} = 10^{-6}\ C = 0{,}000001\ C$$

$$q_2 = 200\ \cancel{m}C \cdot \frac{0{,}001\ C}{1\ \cancel{m}C} = 0{,}2\ C$$

q_3 = ***0,005 C***

$$q_4 = 10^5\ \cancel{\mu}C \cdot \frac{10^{-6}\ C}{1\ \cancel{\mu}C} = 0{,}1\ C$$

Luego el orden pedido es:

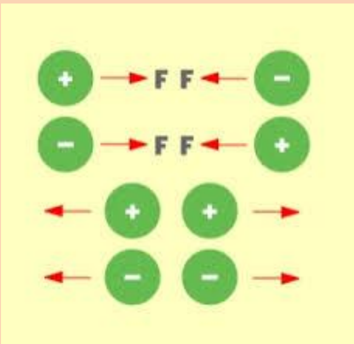
$$q_4 > q_2 > q_3 > q_1$$

8.- **¿Cómo son las Fuerzas ejercidas entre Cargas?**

Respuesta:

Mediante los experimentos de electrización (frotación, Electroscopio) se ha comprobado que:

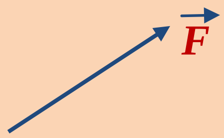
a) **Cargas eléctricas del mismo signo *SE REPELEN***
b) **Cargas eléctricas de distinto signo *SE ATRAEN***



Es interesante hacer una pequeña introducción a las magnitudes vectoriales. Estas se caracterizan por:

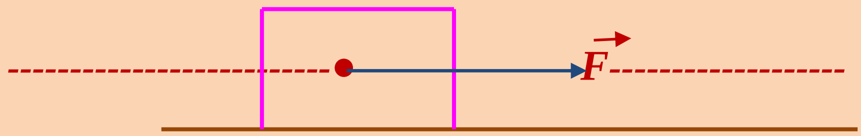
- ***a) Tener Dirección***
- ***b) Tener sentido***
- ***c) Tener punto de aplicación***
- ***d) Tener módulo o valor***

Se representan mediante una flecha:



Las magnitudes vectoriales se identifican mediante una pequeña flecha encima de la sigla de la magnitud. La fuerza es una magnitud vectorial y se representará de la forma $\vec{F}$.

Cuando un cuerpo sufre una fuerza el esquema debe representar todas las características mencionadas anteriormente. Supongamos un cuerpo sometido a una fuerza F:



La *línea roja discontinua* nos representa la *dirección de la fuerza*. La *punta de flecha del vector* nos determina el *sentido de la fuerza*. El punto rojo representa el punto de aplicación de la fuerza.

La *longitud del vector* (flecha) representa la *intensidad de la magnitud vectorial*.

9.- ¿Cómo podemos cuantificar las fuerzas eléctricas entre cuerpos cargados eléctricamente?

Respuesta:

Las fuerzas entre cargas eléctricas quedan determinadas por la *Ley de Coulomb*.

"La fuerza con que se atraen o repelen dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de dichas cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa"

Según el enunciado su ecuación sería:

$$F = \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2}$$

Pero al ser directamente proporcional e inversamente proporcional, debemos introducir en la ecuación la "constante de proporcionalidad"

$$\boxed{F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}$$

en donde:

F = Fuerza (unidad Newton, N)
K = Constante de proporcionalidad (depende del medio)
q_1 = carga eléctrica (Culombios)
q_2 = carga eléctrica (Culombios)
r = Distancia separación (m)

10.- **Factores determinantes de la Constante de proporcionalidad (K).**

Respuesta:

Su valor depende del medio en el que nos encontremos(aire, vacío, agua, etc..).

Su expresión matemática es:

$$\boxed{K = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_o}}$$

En donde:

ε = Constante denominada *"permitividad relativa"*

ε_o = Denominada *Constante dieléctrica del vacio*

$\varepsilon \cdot \varepsilon_o$ = *Constante dieléctrica Absoluta* (ε_a)

El valor de *ε_o* en el Sistema Internacional es:

$$\varepsilon_o = \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 8{,}85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$$

Las unidades de *K* las podemos deducir de la ecuación de Coulomb:

$$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Despejando K:

$$K = \frac{F \cdot r^2}{q_1 \cdot q_2}$$

Si utilizamos las unidades de las magnitudes implicadas en el S.I.:

$$K = \frac{N \cdot m^2}{C \cdot C} = \boxed{\frac{N \cdot m^2}{C^2}}$$

La Ecuación de la ley de Coulomb quedaría:

$$F = \frac{1}{\cancel{4} \cdot \cancel{\pi} \cdot \varepsilon \dfrac{1}{\cancel{4} \cdot \cancel{\pi} \cdot 9 \cdot 10^9}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{1}{\varepsilon \cdot \dfrac{1}{9 \cdot 10^9}} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$\boxed{F = \frac{9 \cdot 10^9}{\varepsilon} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}}$$

En el vacío y en el aire: $\varepsilon = 1$

En estos medios (vacío y aire) la Ley de Coulomb toma la expresión en el S. I.:

$$F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{R^2}$$

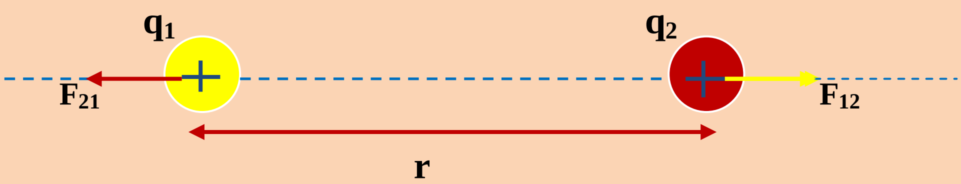
En los ejercicios o problemas las cargas eléctricas nos las darán con sus signos correspondientes (+ o -). Si llevamos los signos a la ecuación de Coulomb *nos encontraremos con problemas para poder interpretar los resultados que nos proporcione*. Para resolver el problema, la ecuación de la Ley de Coulomb la representaremos de la forma:

$$F = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

En donde $|q_1|$ y $|q_2|$ representan los valores absolutos de las cargas, es decir, en la ecuación no pondremos los signos positivos o negativos de las mismas, simplemente pondremos sus valores, pero cuando obtengamos el resultado tendremos que *indicar si la fuerza es atractiva o repulsiva*.

11.- **Tenemos un sistema constituido por dos cargas eléctricas positivas a una distancia "r" en líne recta. Establecer un diagrama de fuerzas en el que se manifiesten las fuerzas interactivas entre ambas cargas.**

Respuesta:



La carga q_1 ejerce una fuerza F_{12} sobre la carga q_2 que tiende a la separación hacia de esta hacia la *derecha*. La carga q_2 ejerce una fuerza F_{21} sobre la carga q_1 que la desplaza hacia la *izquierda*. Se establece entre ambas cargas, las fuerzas F_{12} y F_{21} de la *misma dirección, de igual módulo* pero de *sentido contrario*. Dicho de otra forma, son *fuerzas de REPULSIÓN*.

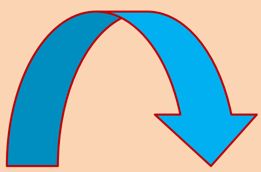
12.- **Si las cargas del ejercicio anterior tienen un valor de $q_1 = 1 \cdot 10^{-6}$ C y $q_2 = 2,5 \cdot 10^{-6}$ C, se encuentran en el vacío y a una distancia de 10 cm. Determina la intensidad de la fuerza existente entre ambas cargas.**

DATO: $K = 9 \cdot 10^9 \ N \cdot m^2 / C^2$

Resolución:

La ley de Coulomb establece que:

$$F = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$



Tabajamos en el S.I.:

$$r = 10\ \cancel{cm}\ .\ \frac{1\ m}{100\ \cancel{cm}} = 0{,}1\ m$$

Estamos en el S.I.:

Al estar en el S.I. la fuerza debe venir expresada en Newton (N). Tenemos entonces dos caminos a seguir para obtener la intensida de la fuerza:

a) **Nos olvidamos de la unidades y el resultado lo damos en Newton (N). Para ello todas las magnitudes de la ley de Coulomb deben de estar en el S.I.**

b) **Trabajar con números y unidades y lógicamente nos aparecerá la unidad de fuerza en el S.I. pero con su demostración.**

Particularmente, a mi me gusta el segundo método pero a nivel de 4º de ESO podría admitir el prmero.

Calculemos el valor de la fuerza:

$$F = 9\ .\ 10^9\ \frac{N\ .\ m^2}{C^2}\ .\ \frac{1\ .\ 10^{-6}\ C\ .\ 2{,}5\ .\ 10^{-6}\ C}{(0{,}1\ m)^2} =$$

$$F = \frac{9.\ 10^9\ .\ 1\ .\ 10^{-6}\ .\ 2{,}5\ .\ 10^{-6}}{0{,}01}\ .\ \frac{N\ .\ \cancel{m^2}\ .\ \cancel{C^2}}{\cancel{C^2}\ .\ \cancel{m^2}} = 2250\ .\ 10^{-3}\ N =$$

F = 2,25 N (de repulsión)

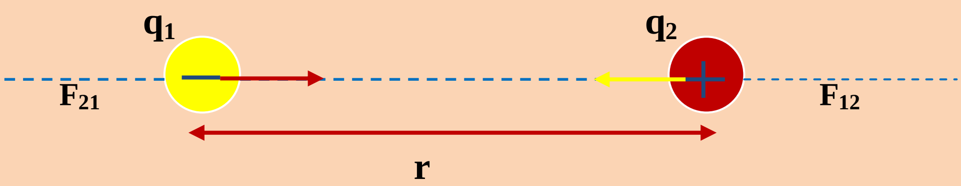
13.- **Determinar numérica y gráficamente la fuerza que actúa sobre las cargas eléctricas $q_1 = -1{,}25 \cdot 10^{-9}$ C. y $q_2 = +2 \cdot 10^{-5}$ C. que se encuentran en reposo y en el vacío a una distancia de 10 cm.**

Resolución:

Datos en S.I.:

$q_1 = -1{,}25 \cdot 10^{-9}\ C$
$q_2 = +2 \cdot 10^{-5}\ C$

$$r = 10\ \cancel{cm} \cdot \frac{1\ m}{100\ \cancel{cm}} = 0{,}1\ m$$



Aplicando Coulomb:

$$F = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

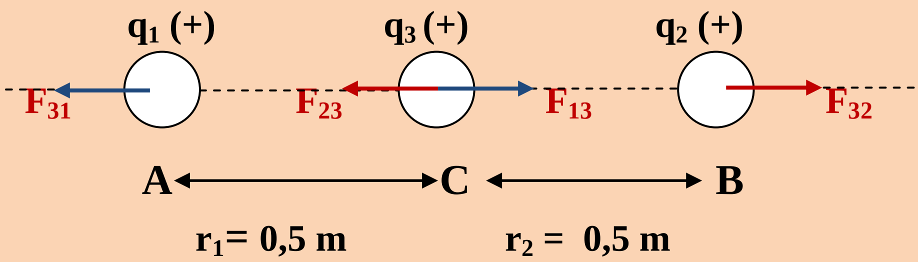
$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{1{,}25 \cdot 10^{-9}\ C \cdot 2 \cdot 10^{-5}\ C}{(0{,}1\ m)^2} = 2250 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{N.\cancel{m^2}.\cancel{C^2}}{\cancel{C^2}.\cancel{m^2}} =$$

$$F = 2{,}250 \cdot 10^{-2}\ N \text{ (de atracción)}$$

14.- **Supongamos tres cargas eléctricas, en el vacío, $q_1 = 4 \cdot 10^{-6}$ C ; $q_2 = 1 \cdot 10^{-6}$ C y $q_3 = 2 \cdot 10^{-6}$ C. La q_3 se encuentra en el punto medio de un segmento AB de 1,00 m de longitud en cuyos extremos se encuentran las cargas q_1 y q_2. Determinar gráfica y numéricamente la resultante de las fuerzas que actúan sobre q_3. Interpretar el resultado.**

Resolución:

Diagrama de Fuerzas:



Sobre la carga q_3 actuan dos fuerzas, F_{13} y F_{23} que se caracterizan por:

a) **Tener la misma dirección**
b) **Tener distinto sentido**

Por estas características la resultante que actúa sobre la q_3 tendra la misma dirección que F_{13} y F_{23} y sentido el de la mayor. Su valor lo calcularemos mediante la diferencia de ambas fuerzas.

Cálculo F_{13}:

$$F_{13} = K \cdot \frac{|F_{13}| \cdot |F_{31}|}{r_1} = 9 \cdot 10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \cdot \frac{4 \cdot 10^{-6}\ C \cdot 2 \cdot 10^{-6}\ C}{(0,5\ m)^2} =$$

$$F_{13} = 288 \cdot 10^{-3}\ N = 0,288\ N$$

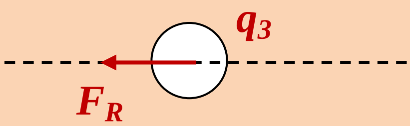
Cálculo de F_{23}:

$$F_{23} = 9 \cdot 10^9 \frac{N.\cancel{m^2}}{\cancel{C^2}} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6}\,\cancel{C} \cdot 2 \cdot 10^{-6}\,\cancel{C}}{(0{,}5\,\cancel{m})^2} = 72 \cdot 10\text{-}3\ N = 0{,}072\ N$$

Como se cumple que $F_{13} > F_{23}$, la resultante:

$$F_R = F_{13} - F_{23} = 0{,}288\ N - 0{,}072\ N = 0{,}216\ N$$

La q_3 será desplazada hacia la *izquierda* por una fuerza de *0,217 N* en la dirección de q_1 y q_3:



15.- **A dos esferas pequeñas de plástico se les proporciona una carga eléctrica positiva. Cuando están a 15 cm de distancia una de la otra, la fuerza de repulsión entre ellas tiene una magnitud de 0,22 N. ¿Qué carga tiene cada esfera a) si las dos cargas son iguales? b) ¿si una esfera tiene cuatro veces más carga que la otra?**

Resolución:

a)

$q_1 = q_2 = q$

$$r = 15\ \cancel{cm} \cdot \frac{1\ m}{100\ \cancel{cm}} = 0{,}15\ m$$

Aplicando la ley de Coulomb: $F = K \cdot \dfrac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

$$0{,}22\ N = 9 \cdot 10^9\ \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{q \cdot q}{(0{,}15\ m)^2}$$

$$0{,}22\ N = 9 \cdot 109\ \frac{N \cdot m^2}{C^2} \cdot \frac{q^2}{0{,}0225\ m^2}$$

$$0{,}22\ N \cdot 0{,}0225\ m^2 \cdot C^2 = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2 \cdot q^2$$

$$q = \sqrt{\frac{0{,}22\ \cancel{N} \cdot 0{,}0225\ \cancel{m^2} \cdot C^2}{9 \cdot 10^9\ \cancel{N} \cdot \cancel{m^2}}} = 7{,}42 \cdot 10^{-7}\ C$$

b)

q_1

$q_2 = 4\ q_1$

$$0{,}22 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{(0{,}15)^2}\ ;\quad 0{,}22 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_1 \cdot 4\ q_1}{(0{,}15)^2}$$

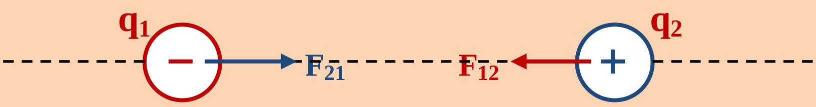
$$0{,}22 \cdot (0{,}15)^2 = 36 \cdot 109\ q_1^2\ ;\quad q_1 = \sqrt{\frac{0{,}22 \cdot (0{,}15)^2}{36 \cdot 10^9}} = 36 \cdot 10^{-7}\ C$$

Recordemos que $q_2 = 4\ q_1$, luego:

$$q_2 = 4 \cdot 36 \cdot 10\text{-}7\ C = 1{,}44 \cdot 10^{-5}\ C$$

16.- **Dos cargas puntuales, $q_1 = -2 \cdot 10^{-9}$ C y $q_2 = +3 \cdot 10^{-9}$ C, están situadas en el vacío y se atraen con una fuerza de $1{,}3 \cdot 10^{-4}$ N. Calcula la distancia que están separadas.**

Resolución:



Coulomb:

$$F_{12} = F_{21} = K \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2}$$

Unidades: S.I.

q = Coulomb
F = N
r = m

$$1{,}3 \cdot 10^{-4} = 9 \cdot 10^{9} \cdot \frac{2 \cdot 10^{-9} \cdot 3 \cdot 10^{-9}}{r^2}$$

$$1{,}3 \cdot 10^{-4}\ r^2 = 54 \cdot 10^{-9}\ ;\ 1{,}3 \cdot r^2 = 54 \cdot 10^{-5}$$

$$r = \sqrt{\frac{54 \cdot 10^{-5}}{1{,}3}} = 20{,}38 \cdot 10^{-3}\ m$$

17.- **Determinar la fuerza que se ejerce entre las cargas $q_1 = +1 .\ 10^{-6}$ C y $q_2 = +2,5\ .\ 10^{-6}$ C distantes una de la otra 5 cm**

Resolución:

Datos:

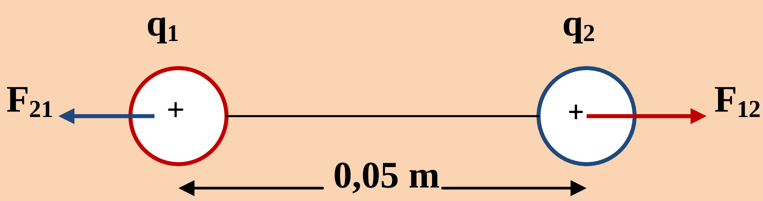
$K = 9\ .\ 10^9\ N\ .\ m^2/C^2$ (en el vacío)

$q_1 = +\ 1.\ 10^{-6}$ C

$q_2 = +\ 2,5\ .\ 10^{-6}$ C

$$r = 5\ \cancel{cm}\ .\ \frac{1\ m}{100\ \cancel{cm}} = 0,05\ m$$

Las dos cargas tienen el mismo signo y por lo tanto se REPELEN.



F_{12} es la fuerza que ejerce q_1 sobre q_2

F_{21} es la fuerza que ejerce q_2 sobre q_1

Se cumple que: $|F_{12}| = |F_{21}|$

Nos vamos a la ecuación de Coulomb y sustituimos datos:

$$F = K\ .\ |q_1|.\ |q_2|\ /\ r^2$$

Trabajamos en el S.I.:

$$F = 9 \cdot 10^9 \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 2,5 \cdot 10^{-6}}{(0,5)^2} = 90 \cdot 10^{-3}\ N \text{ (de repulsión)}$$

18.- **Dos cargas puntuales (q_1 y q_2) se atraen inicialmente entre sí con una fuerza de 600 N, si la separación entre ellas se reduce a un tercio de su valor original ¿cuál es la nueva fuerza de atracción? 5400N**

Resolución:

Según la ley de Coulomb:

$F = K \cdot |q_1| \cdot |q_2|/r^2$ **podemos quitar las barras (valores absolutos)**

y nos quedaría:

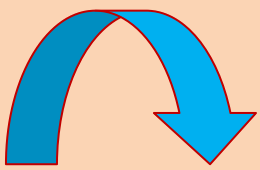
$$F = K \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$$

Llamemos a la longitud de separación inicial *Xo*, luego:

$$600 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{Xo^2} \quad ; \quad 600 \cdot Xo^2 = 9 \cdot 10^9\, q_1 \cdot q_2 \quad (1)$$

$$F_2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{(1/3\ Xo)2} \quad ; \quad F_2 \cdot (1/3\ Xo)^2 = 9 \cdot 10^9\, q_1 \cdot q_2$$

$$F_2 \cdot 1/9 \cdot Xo^2 = 9 \cdot 10^9\, q_1 \cdot q_2 \ (2)$$



Si dividimos (1) entre (2), os queda:

$$\frac{600 \cdot Xo^2}{F_2 \cdot 1/9\ Xo^2} = \frac{\cancel{9 \cdot 10^9\ q_1 \cdot q_2}}{\cancel{9 \cdot 10^9 \cdot q_1 \cdot q_2}} \ ; \quad 600\ \cancel{Xo}^2 = F_2 \cdot 1/9 \cdot \cancel{Xo}^2$$

$$F_2 = 9 \cdot 600 = 5400\ N$$

19.- **¿Cuál debe ser la separación entre dos cargas de +5 µC para que la fuerza de repulsión sea 4 N?**

Resolución:

DATOS:

Aparece un submúltiplo del Coumobio, el microCoulombio (*µC*)

Sabemos que $1\mu C = 10^{-6}\ C$

$q_1 = +\,5\ \mu C = +5 \cdot 10^{-6}\ C$

$q_2 = +5\ \mu C = +\,5 \cdot 10^{-6}\ C$

$F = 4\ N$

Según la ecuación de Coulomb:

$$F = K \cdot q_1 \cdot q_2 / r^2$$

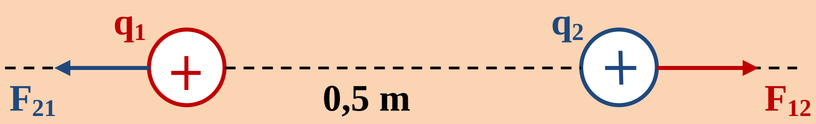
Sustituimos los datos:

$$4\ N = 9 \cdot 10^9\ \frac{N \cdot m^2}{\cancel{C^2}} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6}\ \cancel{C} \cdot 5 \cdot 10^{-6}\ \cancel{C}}{r^2} \ ; \quad 4\ N \cdot r^2 = 225 \cdot 10^{-3}\ N \cdot m^2$$

$$R = \sqrt{\frac{5 \cdot 10^{-3}\ \cancel{N} \cdot m^2}{4\ \cancel{N}}} = 23{,}71 \cdot 10^{-2}\ m = 0{,}24\ m$$

20.- **Dos cargas puntuales $q_1 = 3 \cdot 10^{-6}$ C y $q_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ C están separadas 0,5 m y ubicadas en el vacio. Calcule el valor de la fuerza entre las cargas.**

Resolución:



$q_1 = 3 \cdot 10^{-6}$ C
$q_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ C
} **Como las dos cargas son del mismo signo (+) existirá una fuerza de *REPULSIÓN***

R = 0,5 m

Según la ecuación de Coulomb:

$$F = K \cdot q_1 \cdot q_2 / R^2$$

Llevando datos: Estamos en S.I

$$F = 9 \cdot 10^9 \, \frac{N \cdot \cancel{m^2}}{\cancel{C}^2} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-6} \, \cancel{C} \cdot 4 \cdot 10^{-6} \, \cancel{C}}{(0{,}5 \, \cancel{m})^2} = 432 \cdot 10^{-3} \, N = 0{,}432 \, m$$

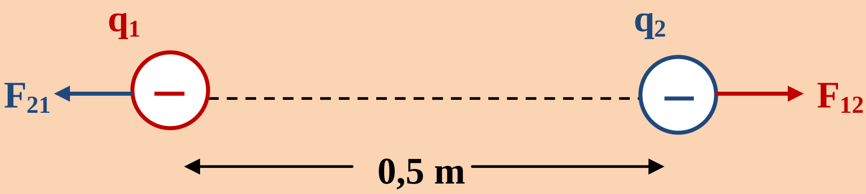
21.- **Calcular la carga de dos partículas igualmente cargadas, que se repelen con una fuerza de 0,1 N, cuando están separadas por una distancia de 50 cm en el vacío.**

Resolución:

Si las cargas se repelen es porque tienen el *mismo signo* (positivas o negativas).

$$50 \, \cancel{cm} \cdot \frac{1 \, m}{100 \, \cancel{cm}} = 0{,}5 \, m$$

Además se cumple que $|q_1| = |q_2| = q$



Según Coulomb: $F = K \cdot \dfrac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$

Trabajamos en el S.I.:

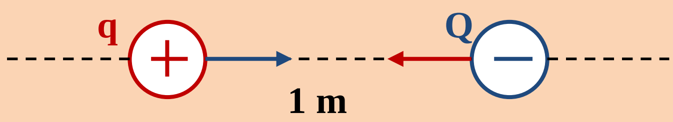
$$0{,}1 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{q \cdot q}{(0{,}5)^2} \quad ; \quad 0{,}1 \cdot 0{,}25 = 9 \cdot 10^9 \cdot q^2$$

$$q_1 = q_2 = q = \sqrt{\frac{0{,}1 \cdot 0{,}25}{9 \cdot 10^9}} = 1{,}64 \cdot 10^{-6}\ C$$

22.- **Hallar el valor de la carga Q de una partícula tal que colocada a 1 m de otra, cuya carga es de 2.10^{-8} C, la atrae con una fuerza de 2 N. Realiza un croquis de la acción entre las dos cargas**

Resolución:

DATOS:



$q = 2 \cdot 10^{-8}$ C
Q?
r = 1 m
F = 2 N

La carga *Q* debe ser *NEGATIVA* puesto que atrae a *q* que es *POSITIVA*. El módulo de *Q* lo obtendremos mediante la ecuación de Coulomb:

$$F = K \cdot \frac{Q \cdot q}{R^2}$$

Trabajamos en el S.I.

$$2 = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{Q \cdot 2 \cdot 10^{-8}}{1}$$

$$2 = 18 \cdot 10 \cdot Q \quad ; \quad |Q| = \frac{2}{180} = 0{,}011\ C = 1{,}1 \cdot 10^{-2}\ C$$

$$Q = -1{,}1 \cdot 10^{-2}\ C$$

23.- **Calcular la distancia "r" que separa dos partículas cargadas con 2.10^{-2} C cada una, sabiendo que la fuerza de interacción entre ambas es de 9.10^5 N.**

Resolución:

Al trabajar en el S.I. podemos olvidarnos de las unidades y obtenido el resultado poner la unidad en el S.I. de la magnitud buscada.

$q_1 = q_2 = 2 \cdot 10^{-2}$ C
$F = 9 \cdot 10^5$ N
r?

Según la ecuación de Coulomb:

$$F = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2} \quad (1)$$

Sabemos que existe una fuerza de interacción pero no conocemos si es de atracción o repulsión, circunstancia que no nos impide conocer la distancia de separación entre cargas.

De (1) quitamos denominadores:

$$F \cdot r^2 = K \cdot q_1 \cdot q_2$$

Despejando "R":

$$r^2 = \frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{F} \; ; \; r = \sqrt{\frac{K \cdot q_1 \cdot q_2}{F}} = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^5}}$$

$$r = 2 \text{ m}$$

24.- **Determinar la fuerza que se ejerce entre las cargas $q_1 = +1 \cdot 10^{-6}$ C y $q_2 = + 2,5 \cdot 10^{-6}$ C distantes una de la otra 5 cm. La permitividad relativa del medio es de 4**

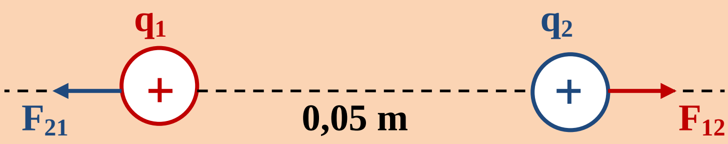
Resolución:

$$5 \cancel{\text{cm}} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \cancel{\text{cm}}} = 0,05 \text{ m}$$

$\varepsilon_r = 4$

$q_1 = +1 \cdot 10^{-6}$ C
$q_2 = +2{,}5 \cdot 10^{-6}$ C
$\varepsilon_r = 4$

Al ser q_1 y q_2 positivas la fuerza de interacción será de REPULSIÓN:



Según la Ley de Coulomb:

$$F = \frac{9 \cdot 10^9}{\varepsilon_r} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$F = \frac{9 \cdot 10^9}{4} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}}{(0{,}05)^2} = 2250 \cdot 10^{-3}\ \text{N} = 2{,}25\ \text{N}$$

25- **¿Determinar la permitividad relativa del medio en donde se encuentran dos cuerpos cargados eléctricamente con el mismo signo y valor de +5 µC, separadas una distancia de 1,5 m para que la fuerza de repulsión sea 8 N?**

Resolución:

$$q_1 = q_2 = +5\ \cancel{\mu}\text{C} \cdot \frac{10^{-6}\ \text{C}}{1\ \cancel{\mu}\text{C}} = +5 \cdot 10^{-6}\ \text{C}$$

$r = 1{,}5$ m

Nuestro amigo Coulomb nos dice que:

$$F = \frac{9 \cdot 10^9}{\varepsilon_r} \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

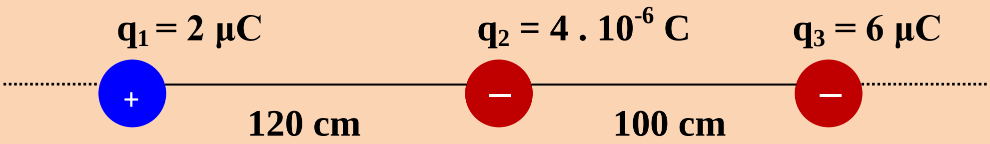
Quitando denominadores:

$$F \cdot \varepsilon_r \cdot R^2 = K \cdot q_1 \cdot q_2 \;;\; \varepsilon_r = K \cdot q_1 \cdot q_2 / F \cdot R^2$$

$$\varepsilon_r = 9 \cdot 10^9 \cdot 5 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-6} / 8 \cdot (1{,}5\ m)^2$$

$$\varepsilon_r = 12{,}5\ (adimensional)$$

26.- **Dado el esquema siguiente:**



Determinar gráfica y numéricamente:

a) **La fuerza que se ejerce sobre q_2**
b) **La fuerza que se ejerce sobre q_3**
c) **La fuerza que se ejerce sobre q_1**

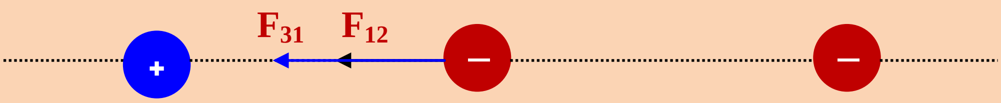
Resolución:

$q_1 = 2 \cdot 10^{-6}$ C
$q_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ C
$q_3 = 6 \cdot 10^{-6}$ C
$r_1 = 1{,}20$ m
$r_2 = 1$ m

Sobre la carga q_2 actuarán dos fuerzas ejercidas por las otras dos cargas.

Recordar que cargas del mismo signo se repelen y cargas de distinto signo se atren.

La q_1 por tener distinto signo atraerá a q_2 con una fuerza F_{12} que tiene el punto de aplicación en el cuerpo que soporta la carga q_2. La carga q_3 tiene el mismo sino que q_2 y por lo tanto repelerá a q_2 haciendo que el cuerpo que soporta la q_2 se desplace hacia la *izquierda* siguiendo la dirección de las cargas. Obtenemos un diagrama de fuerzas:



Obtenemos dos fuerzas de la misma dirección y sentido. Sus valores son:

$$F_{12} = K \cdot q_1 \cdot q_2 / r_1^2$$

$$F_{12} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}\ C \cdot 4 \cdot 10^{-6}\ C / (1{,}20\ m)^2$$

$$F_{12} = 72/1{,}44\ \cdot 10^{-3}\ N \cdot m^2 \cdot C^2 / C^2 \cdot m^2 = 50 \cdot 10^{-3}\ N = 0{,}050\ N$$

$$F_{32} = K \cdot q_2 \cdot q_3 / r_2^2$$

$$F_{32} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2 \cdot 4 \cdot 10^{-6}\ C \cdot 6 \cdot 10^{-6}\ C / (1\ m)^2$$

$$F_{32} = 216 \cdot 10^{-3}\ N \cdot m^2 \cdot C^2/C^2 \cdot m^2 = 216 \cdot 10^{-3}\ N = 0{,}215\ N$$

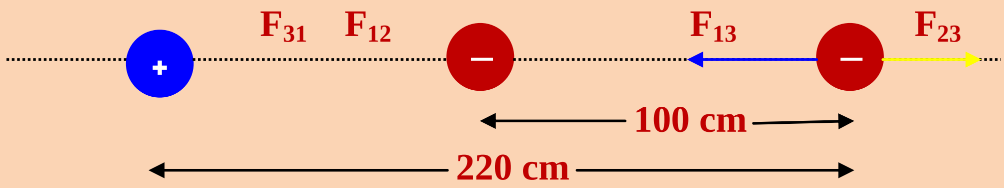
La fuerza resultante sobre la q_2 tendrá el valor:

$$F_R = F_{12} + F_{32}$$

$$F_R = 0{,}050\ N + 0{,}215\ N = 0{,}265\ N$$

a) **Sobre la carga q_3**

Sobre la q_3 actúan dos fuerzas, creadas por q_1 y q_2. La carga q_2 repele a la q_3 por tener el *mismo signo* mientras que la q_1 atraerá a la q_3 por signos contrarios. La atracción o repulsión de cargas se realizara mediante las F_{13} y F_{23}. El diagrama de fuerzas resultante es:



Se obtienen dos fuerzas de la misma dirección pero de sentido contrario:

$$F_R = F_{mayor} - F_{menor}$$

Cálculo de F_{13}:

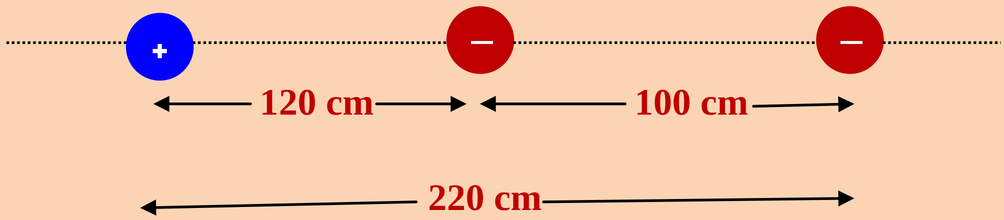
$$F = K \cdot q_1 \cdot q_3 / R^2$$

$$F = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2 \cdot 2 \cdot 10^{-6}\ C \cdot 6 \cdot 10^{-6}\ C / (2{,}20\ m)^2$$

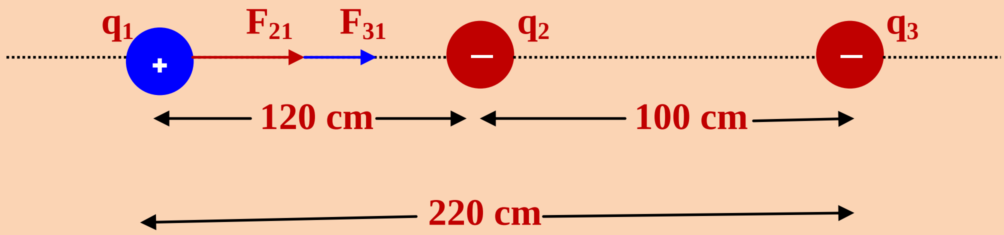
$$F = 34{,}86 \cdot 10^{-3}\ N \cdot m^2 \cdot C^2 / C^2$$

$$F = 34{,}86 \cdot 10^{-3}\ N$$

b) **Sobre la q_1:**



Por las razones explicadas para q_2 y q_3 obtenemos un diagrama de fuerzas:



La fuerza resultante sobre q_1 se obtendrá mediante la ecuación:

$$F_R = F_{21} + F_{31}$$

Cálculo de F_{21}:

$$F_{21} = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 4 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} / (1,20 \text{ m})^2$$

$$F_{21} = 50 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot \text{C}^2/\text{m}^2 = 50 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Cálculo de F_{31}:

$$F_{31} = 9 \cdot 10_9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2 \cdot 6 \cdot 10^{-6} \text{ C} \cdot 2 \cdot 10^{-6} \text{ C} / (2,20 \text{ m})^2$$

$$F_{31} = 22,31 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

Fuerza resultante sobre q_1:

$$F_R = F_{21} + F_{31}$$

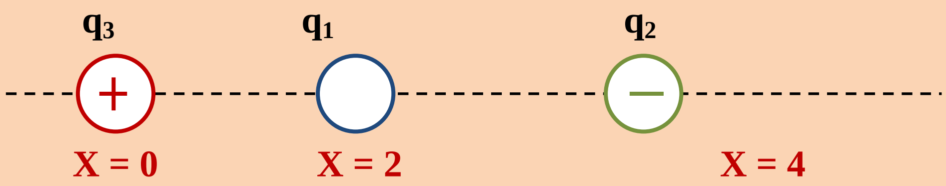
$$F_R = 50 \cdot 10^{-3} \text{ N} + 22,31 \cdot 10^{-3} \text{ N} = 72,31 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$

27.- **Tres cargas puntuales están dispuestas en línea. La carga q3=+5 nC está en el origen. La carga q2=-3 nC está en x=+4 cm. La carga q1 está en x=+2 cm. ¿Cuál es la magnitud y el signo de q1 si la fuerza neta sobre q3 es cero?**

Resolución:

$$q_3 = +5\ \cancel{nC} \cdot \frac{10^{-9}\ C}{1\ \cancel{nC}} = +5 \cdot 10^{-9}\ C$$

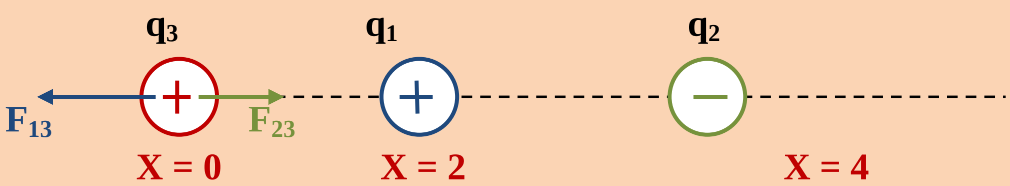
$q_2 = -3 \cdot 10^{-9}\ C$
$q_1 = ?$
$F_3 = 0$



La q_1 tiene dos opciones de carga eléctrica:

a) **Ser positiva**
b) **Ser negativa**

Hagamos un esquema de fuerzas de la primera posibilidad (+):



Sobre q_3 actúan las fuerzas F_{13} y F_{23}, de la misma dirección y de sentido contrario. Su resultante:

$$F_{R3} = F_{13} - F_{23}$$

Sabiendo que $F_{R3} = 0$, tenemos que:

$$F_{13} - F_{23} = 0 \quad \rightarrow \quad F_{13} = F_{23} \quad (1)$$

Cálculo de F_{13}:

$$F_{13} = 9 \cdot 10^{9} \cdot \frac{q_1 \cdot 5 \cdot 10^{-9}}{2^2} = 11{,}25\, q_1\ N$$

Cálculo de la F_{23}:

$$F_{23} = 9 \cdot 10^{9} \cdot \frac{3 \cdot 10^{-9} \cdot 5 \cdot 10^{-9}}{4^2} = 8{,}43 \cdot 10^{-9}\ N$$

Nos vamos a (1):

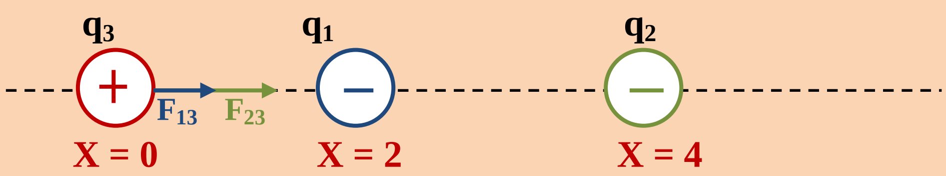
$$11{,}25\, q_1\ N = 8{,}43 \cdot 10^{-9}\ N$$

$$q_1 = \frac{8{,}43 \cdot 10^{-9}\ N}{11{,}25\ N} = 0{,}75 \cdot 10^{-9}\ C = 7{,}5 \cdot 10^{-10}\ C$$

La carga q_1, para que se cumplan las condiciones dadas, debe ser *POSITIVA* y de un valor de *$7{,}5 \cdot 10^{-10}$ C*.

Supongamos que q_1 es NEGATIVA:

Diagrama de fuerzas:

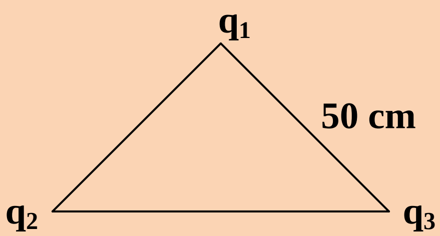


En este caso la F_{R3} vale:

$$F_{R3} = F_{13} + F_{23}$$

Por lo que nunca se cumpliría que $F_{R3} = 0$

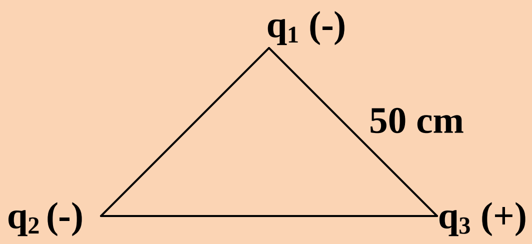
28.- **En los vértices de un trángulo equilátero de 50 cm de lado existen tres cargas de: $q_1 = - 2,5\ \mu C$; $q_2 = - 1,5\ \mu C$ y $q_3 = 3 \cdot 10^{-8}$ C, según el esquema:**



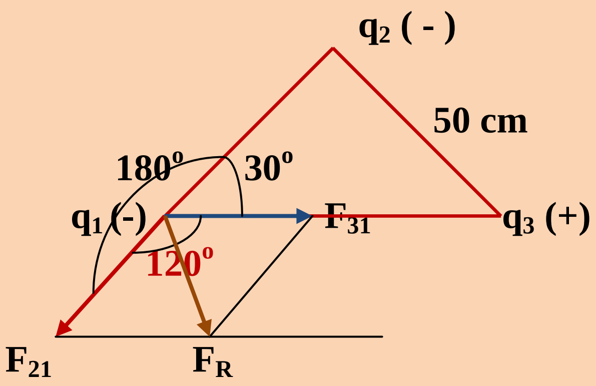
Determinar la fuerza resultante que se ejerce sobre la carga q_1.
IMPORTANTE: Cuando no especifican el medio consideraremos siempre el vacío o el aire.

Resolución:

$q_1 = - 2,5 \cdot 10^{-6}$ C
$q_2 = - 1,5 \cdot 10^{-6}$ C
$q_3 = 3 \cdot 10^{-8}$ C
$R = 50\ \cancel{cm} \cdot 1\ m / 100\ \cancel{cm} = 0,5\ m$



El diagrama de fuerzas será:



Cálculo de F_{31}:

Según la ley de Coulomb:

$$F_{31} = K \cdot q_3 \cdot q_1 / R^2$$

$$F_{31} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2 \cdot 3 \cdot 10^{-8}\ C \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}\ C / (0{,}5\ m)^2$$

$$F_{31} = 270 \cdot 10^{-5}\ N$$

Calculo de la F_{21}:

$$F_{21} = 9 \cdot 10^9\ N \cdot m^2/C^2 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-6}\ C \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}\ C / (0{,}5\ m)^2$$

$$F_{21} = 135 \cdot 10^{-5}\ N$$

Conociendo F_{31} y F_{21} ya podemos conocer la F_R:

Por el Teorema del Coseno:

$$F_R = [(F_{31})^2 + (F_{21})^2 + 2 \cdot F_{31} \cdot F_{21} \cos \alpha)]^{1/2}$$

$$\alpha = 120^o \rightarrow \cos 120^o = -1/2$$

$$F_R = [(F_{31})^2 + (F_{21})^2 + 2 \cdot F_{31} \cdot F_{21} \cdot (-½)]^{1/2}$$

$$F_R = [(F_{31})^2 + (F_{21})^2 + 2 \cdot F_{31} \cdot F_{21} \cdot \cos 120º]^{1/2}$$

$$F_R = [(270 \cdot 10^{-5}\ N)^2 + (135 \cdot 10^{-5}\ N)^2 + 2 \cdot 270 \cdot 10^{-5} \cdot 135 \cdot 10^{-5} \cdot (-1/2)]^{1/2}$$

$$= [72900 \cdot 10^{-10}\ N^2 + 18225 \cdot 10^{-10}\ N^2 - 36450 \cdot 10^{-10}\ N^2]^{1/2}$$

$$F_R = (54675 \cdot 10^{-10}\ N^2)^{1/2} = 233{,}82 \cdot 10^{-5}\ N$$

----------------------------- O -------------------------------------