ELECTRICIDAD 5. Ley de Coulomb 2.

81*. Poco antes del experimento que realizó Coulomb, del cual derivó su ley, el inglés Henry Cavendish, en 1770, observando la interacción entre esferas cargadas, había concluido que:
a)Las cargas eléctricas cumplían la ley de la gravitación de Newton
b)La interacción entre cargas era similar a la que ocurría entre masas
c)La interacción entre cargas también podía ser repulsiva
d)Las cargas eléctricas nunca podía atraerse
SOLUCIÓN
Cavendish, comprobó que las cargas interaccionaban entre si, siguiendo una ley similar a la de la gravitación de Newton, pero no igual, porque también podía ser repulsiva. Son correctas la b y la c.

82. Coulomb, encontró experimentalmente, la ley que regulaba las proporcionalidades entre fuerzas, cargas eléctricas y distancias de separación, sin embargo para convertirla en una fórmula faltaba por determinar el valor de la constante de proporcionalidad k, lo que inicialmente se consideró en el sistema de unidades electrostático de la época, como:
a) 1, sin unidades *b)1* *c)10^9con unidades* *d)3.10^9con unidades*
SOLUCIÓN
Pa simplificar la ley se consideró la constante como 1, y de ahí que se definiera la unidad de electrostática de carga a partir de dicho valor, empleando un sistema llamado cegesimal. Es correcta la b.

83. Dando el valor de la constante de proporcionalidad, como uno, 1 (inicialmente carecía de dimensiones), en el aire o vacío, se definió la unidad electrostática de carga eléctrica como:
a) La carga que repelía a otra igual con la fuerza de una dina, cuando estaban separadas 1 cm.
b) La carga que atraía a otra igual con la fuerza de una dina, cuando estaban separadas 1 cm
c) La carga que repelía a otra igual con la fuerza de un newton, cuando estaban separadas 1 m
d) La carga que atraía a otra igual con la fuerza de un newton, cuando estaban separadas 1 m
SOLUCIÓN

Empleando la expresión matemática de la ley de Coulomb y simplificando para este caso $F(dinas) = 1\frac{Q^2}{(1cm)^2}$.

Es correcta la propuesta a.

84. De esa forma las unidades de la constante de proporcionalidad serían:
a) $\frac{dina.cm^2}{ues^2}$ *b)* - $\frac{dina.cm^2}{ues^2}$ *c)* - $\frac{N}{m^2.C^2}$ *d)* $\frac{N}{m^2.C^2}$
SOLUCIÓN

Si en la expresión de la ley de Coulomb, despejamos y sustituimos las unidades $K = \frac{F.d^2}{Q^2} = \frac{(dinas)(1cm)^2}{(ues)^2}$ *,como se expone en a.*

85. La necesidad de otros sistemas de unidades, implicaron el cambio de valor de la constante de proporcionalidad que actualmente en el sistema internacional vale 9.10^9, y sus unidades serían:
a) $\frac{dina}{cm^2.ues^2}$ *b)* - $\frac{dina}{cm^2.ues^2}$ *c)* - $\frac{(dinas)(1cm)^2}{(ues)^2}$ *d)* $\frac{(dinas)(1cm)^2}{(ues)^2}$

SOLUCIÓN

Por lo dicho anteriormente $K = \frac{(dinas)(1cm)^2}{(ues)^2}$ *,como se expone en d.*

86. Igualmente se observó que la constante no valía lo mismo, si la interacción se producía en un medio diferente al aire o vacío, por lo que hubo que introducir en ella, un nuevo coeficiente llamado permitividad relativa del medio, o coeficiente dieléctrico relativo ε_R, del medio dado, que reducía la interacción. De esta forma la expresión de aplicación de la ley de Coulomb sería:

a) $F = 9.10^9 \varepsilon_R . \frac{QQ'}{d^2}$ b) $F = \frac{9.10^9}{\varepsilon_R} . \frac{QQ'}{d^2}$ c) $F = \frac{9.10^9}{\varepsilon_R} . \frac{QQ'}{d}$ d) $F = -\frac{9.10^9}{\varepsilon_R} . \frac{QQ'}{d^2}$

SOLUCIÓN

Puesto que el coeficiente dieléctrico relativo debe reducir la interacción entre cargas, deberá entrar dividiendo. Es correcta la b.

Material	ε_R
Aire o vacío	1
Agua	81
Aceite	2,2
Petróleo	2,5

87.Dos cargas eléctricas q_1 y q_2, se repelen en el aire con una fuerza F, sin embargo en el agua lo hacen con otra fuerza F’. Dados los valores de la tabla adjunta dirás que:

a)F=F’ *b)F>F’* *c)F<F’* *d)F’=0*

SOLUCIÓN

Por lo dicho anteriormente, puesto que en el agua ε_R=81, la fuerza de interacción deberá ser 81 veces menor, de lo que F>F’, como se sugiere en b.

88. Dos cargas eléctricas q_1 y q_2, interaccionan con una fuerza F, cuando están en petróleo. Si el medio fuera aire, la fuerza de interacción será F’. Dados los valores de la tabla adjunta dirás que:

a)F=F’ *b)F>F’* *c)F<F’* *d)F’=0*

SOLUCIÓN

Por lo razón que se expone en el test anterior F<F’, como se expone en c.

89. Dos cargas eléctricas puntuales y positivas separadas 0,1m interaccionan con una fuerza de 90N, en un medio cuya constante dieléctrica relativas es 3. Sabiendo que una de las cargas es el triple de la otra, la menor valdrá en µC:

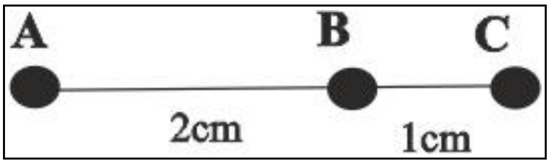
a)1 *b)10* *c)0,1* *d)100*

$K = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$ en el aire o vacío

SOLUCIÓN

Empleando la expresión $F = \frac{9.10^9}{\varepsilon_R} . \frac{QQ'}{d^2}$ *y sustituyendo* $90N = \frac{9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}}{3} . \frac{Q.3Q}{(0{,}1m)^2}$ *, simplificando y despejando*

$Q = \sqrt{\frac{90N.10^{-2}m^2}{9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}}} = 10^{-5}C = 10\mu C$ *, como se dice en b.*



90. Tres objetos puntuales A, B y C con cantidades de cargas eléctricas iguales están situadas en el aire, como indica la figura. La fuerza que ejerce C sobre B es de 8.10^5N, por lo que dirás que la que ejerce A sobre B será de:

a) 4.10^5N b)8.10^5N c) 2.10^5N d)16.10^5N

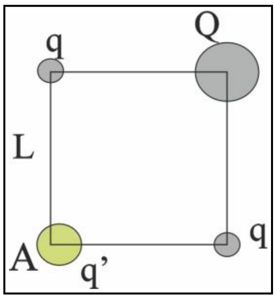
$$K = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$$

SOLUCIÓN

Aplicando la fórmula de Coulomb a la interacción entre C y B, $8.10^5 N = \frac{9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}}{1} \cdot \frac{Q.Q}{(0,1m)^2}$, de lo que

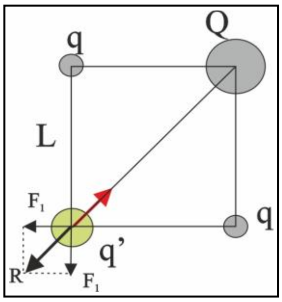
$Q^2 = \frac{8.10^5 N.10^{-2} m^2}{9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}} = \frac{8}{9}.10^{-6} C^2$. Aplicándola a la entre A y B, $F = \frac{9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}}{1} \cdot \frac{Q.Q}{(0,2m)^2}$ *,y sustituyendo Q^2*

$F = \frac{9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}}{1} \cdot \frac{8.10^{-6} C^2}{9.(0,2m)^2} = 2.10^5 N$ *,como se expone en c.*



91. Según el esquema de la figura las cargas eléctricas puntuales q y Q, están situadas en los vértices de un cuadrado de lado L. El valor de Q para que una carga puntual cualquiera q' colocada en A, permanezca en reposo, deberá ser:

a) $q\sqrt{2}$ *b)* $2q\sqrt{2}$ *c)* $-2q\sqrt{2}$ *d)* $-q\sqrt{2}$



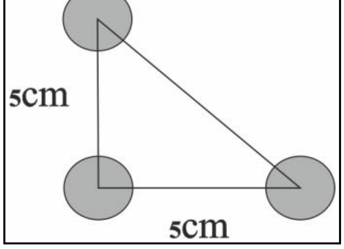
SOLUCIÓN

Parece evidente que q y Q, deberán tener signos contrarios para que las interacciones puedan anularse, como muestra el dibujo, suponiendo atractiva entre Q y q', y repulsiva entre q y q'

la resultante R de las dos fuerzas será R=F_1√2 o sea $|R| = K\frac{qq'}{L^2}\sqrt{2}$, *por otra parte, la interacción entre Q y q', puesto que la distancia es la diagonal del cuadrado* $L\sqrt{2}$ *supondría una fuerza cuyo módulo valdría* $|F| = K\frac{Qq'}{2L^2}$.

Igualando ambos módulos para alcanzar el equilibrio. Simplificando

$Q = -2q\sqrt{2}$ *(el signo – indica carga de diferente signo),como se presenta en c.*



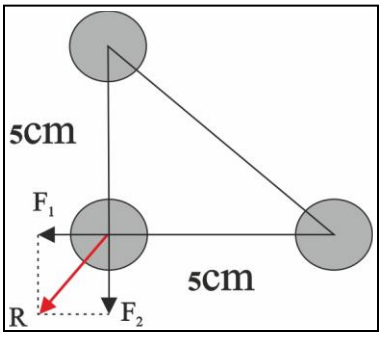
92. Tres cargas eléctricas positivas e iguales de 5μC, se encuentran en los vértices de un triángulo rectángulo cuyos catetos valen 5cm. En este caso dirás que la fuerza que se ejerce sobre la carga situada en el vértice del ángulo recto vale:

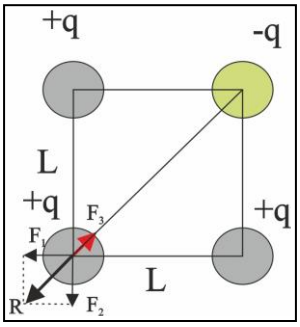
a) $9\sqrt{2}$ N *b)* $90\sqrt{2}N$ *c)* $0,9\sqrt{2}N$ *d)* $-9\sqrt{2}N$

SOLUCIÓN

Por lo explicado en el test anterior, la resultante será

$|R| = K\frac{q^2}{L^2}\sqrt{2} = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2} \cdot \frac{(5.10^{-6}C)^2}{(5.10^{-2}m)^2}\sqrt{2} = 90\sqrt{2}N$ *,tal como dice b.*





93. Tres cargas eléctricas iguales q, pero de distinto signo, se encuentran en los vértices de un cuadrado de lado L. Las cargas de los vértices opuestos son positivas, la otra negativa. Si se sitúa otra +q en el vértice libre, dirás que el módulo de la fuerza total que se ejerce sobre ella será:

a) Mayor que el módulo de la resultante de las que ejercen las cargas positivas

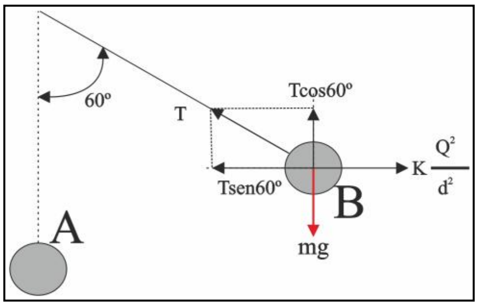
b)Menor que el módulo de la resultante de las que ejercen las cargas positivas

c) Igual al módulo de la resultante de las que ejercen las cargas positivas

d)Menor que el módulo de la fuerza que ejerce la carga negativa

SOLUCIÓN

Según el dibujo adjunto como $R^2 = F_1^2 + F_2^2$,y $|F_1| = |F_2|$; $|R| = |F_1|\sqrt{2} = K\frac{q^2}{L^2}\sqrt{2}$ *, puesto que la distancia desde –q, es la diagonal del cuadrado =L√2, supondría una fuerza cuyo módulo valdría* $|F_3| = -K\frac{q^2}{2L^2}$ *. La suma de las fuerzas será* $|F| = K\frac{q^2}{L^2}\sqrt{2} - K\frac{q^2}{2L^2} = K\frac{q^2}{L^2}\left(\sqrt{2} - \frac{1}{2}\right)$*, siempre menor que el módulo de la resultante R, y mayor que el módulo de la fuerza que ejerce la carga positiva. Es correcta la b.*



94. Una esfera A, electrizada con una carga de 0,1μC, se aproxima a un péndulo electrostático, formado por otra esfera B, de 0,4g de masa, electrizada con otra carga igual. Si el sistema se encuentra en el aire, y la posición final de equilibrio es la dada en el dibujo, dirás que la esfera B, se separará una distancia en m. de:

a) 1 *b)5* *c) 0,5* *d)0,1*

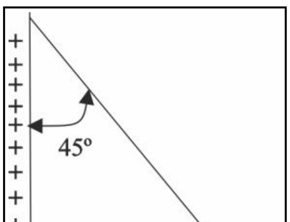
$K = 9.10^9\frac{N.m^2}{C^2}; g = 10\frac{N}{kg}$

SOLUCIÓN

Según el esquema dado, descomponiendo las fuerzas actuantes, en componentes X e Y, tendremos:, $T\cos 60º = mg$ *.*

Dividiendo ambas $\tan 60º = \frac{K\frac{Q^2}{d^2}}{mg}$*, despejando d,*

$$d = \sqrt{\frac{KQ^2}{mg\tan 60º}} = \sqrt{\frac{9.10^9\frac{N.m^2}{C^2}.\left(10^{-7}C\right)^2}{4.10^{-4}kg.10\frac{N}{kg}.1,73}} = 0.1m$$ *, como se expone en d.*



95. En una mesa de laboratorio, una esfera de poliespán de 10g, cargada positivamente es rechazada por una pared cargada uniformemente tal como

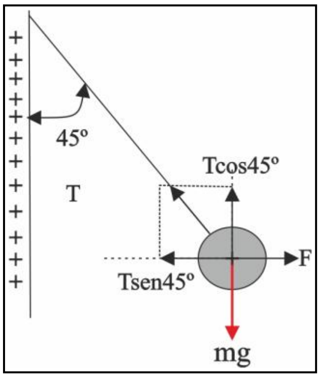
indica la figura, si el ángulo que forma con la vertical es de 45º, dirás que la fuerza de interacción que ejerce la pared es de:

a) 10^{-2}N b) 10^{-3}N c) 10^{-1}N d) 10^{-4}N

mientras que la tensión del hilo que la sustenta será:

a) 0,14N b)0,014N c) 1,4N d)0,1N

$$K = 9.10^{9}\frac{N.m^{2}}{C^{2}};\ g = 10\frac{N}{kg}$$

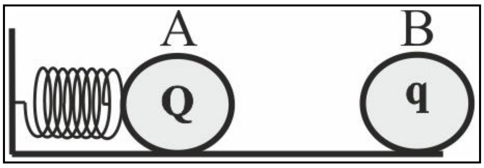


SOLUCIÓN

Aplicando el sistema del test anterior: $Tsen45^{o} = F\ ; T\cos 45^{o} = mg$ *. Dividiendo y*

Despejando F: $F = mg\tan 45^{o} = 10^{-2}kg.10\frac{N}{kg}.1 = 10^{-1}N$ *. De lo que T=0,1/sen45º*

T=0,14N. Son correctas la c y la a, en la segunda serie de propuestas.



96.Un muelle de constante elástica 400N/m está sujeto a una pared, y en su otro extremo a una esfera A con carga eléctrica Q de 10µC. A 60cm, y en la misma dirección se encuentra otra esfera B con carga eléctrica q, tal como indica el dibujo. Si el muelle se comprime 0,5cm, dirás que la carga de B, será en µC:

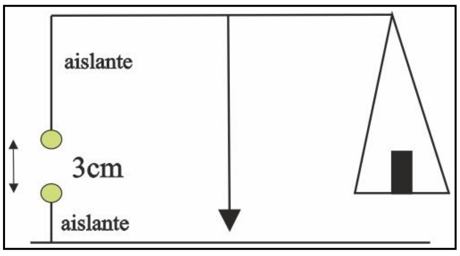
a) 8 b)0,1 c) 10 d)1

$$K = 9.10^{9}\frac{N.m^{2}}{C^{2}}$$

SOLUCIÓN

Dado que la fuerza elástica kx deberá equilibrarse con la eléctrica de repulsión KQq/d², $mg = K\frac{Q^{2}}{d^{2}}$, despejando q

$$q = \frac{kxd^{2}}{KQ} = \frac{4.10^{2}\frac{N}{m}.5.10^{-3}m.(0,6m)^{2}}{9.10^{9}\frac{N.m^{2}}{C^{2}}.10^{-5}C} = 8.10^{-6}C = 8\mu C$$ *, como se afirma en a.*



97. Uno de los platos de una balanza en equilibrio es una esfera electrizada A. Al aproximarse otra esfera B, con la misma carga, el sistema se equilibra colocando 2,5g en el plato de la balanza. En esta situación dirás que la carga de B será en µC :

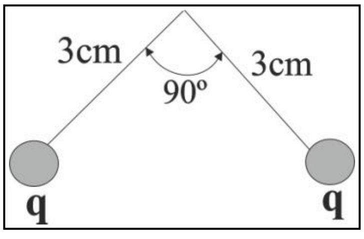
a) 50 b)5 c) 0,5 d)0,05

$$K = 9.10^{9}\frac{N.m^{2}}{C^{2}};\ g = 10\frac{N}{kg}$$

SOLUCIÓN

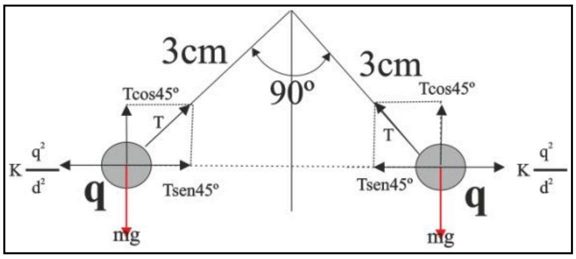
Como en casos anteriores la fuerza eléctrica repulsiva debe equilibrarse con el peso: $mg = K\frac{Q^{2}}{d^{2}}$ *, despejando Q*

$$Q = \sqrt{\frac{2,5.10^{-3}kg.10\frac{N}{kg}.(3.10^{-2}m)^{2}}{9.10^{9}\frac{N.m^{2}}{C^{2}}}} = 5.10^{-8}C = 0,05\mu C$$ *, como se asegura en d*



98.Dos bolas iguales cargadas negativamente, están sujetas a hilos de 3cm, que a su vez lo hacen de un punto común. Cada bola tiene una masa de 80g. Si el ángulo que forman los hilos es de 90º, dirás que la carga de las esferas será:

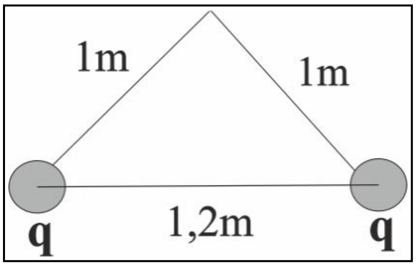
a) 0,4 b)4 c) 1,6 d)16 $K = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}; \ g = 10\frac{N}{kg}$



SOLUCIÓN

Según el esquema dado, descomponiendo las fuerzas actuantes, en componentes X e Y, tendremos:, $T\cos 45º = mg$ y $Tsen45º = K\frac{Q^2}{d^2}$

Dividiendo ambas, $\tan 45º = \frac{K\frac{Q^2}{d^2}}{mg}$ *.Dado que d, al ser un triángulo rectángulo, es su hipotenusa, por lo que* $d^2=2L^2=2.(0,03m)^2$*.Sustituyendo y despejando* $Q = \sqrt{\frac{8.10^{-2}kg.10\frac{N}{kg}.2\left(3.10^{-2}m\right)^2.1}{9.10^9\frac{N.m^2}{C^2}}} = 0,4.10^{-6}C = 0,4\mu C$



99. Dos esferas conductoras muy pequeñas e iguales de 30g de masa, se encuentran suspendidas de hilos de 1m, sujetos a un mismo punto, como se observa. Estando separadas, se electriza solo a una de ellas. Se ponen en contacto, y se abandonan. Si el equilibrio se restablece cuando la distancia de separación entre ellas es de 1,20m, la carga suministrada será en μC de:

a) 8 b)16 c) 1,6 d)0,8

Mientras que la tensión del hilo será:

a) 1N b)0,6N c) 0,5N d)6N

$K = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2}; \ g = 10\frac{N}{kg}$

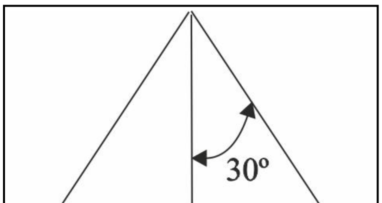
SOLUCIÓN

Operando como en test anteriores, y teniendo en cuenta que la carga suministrada Q se distribuye entre las dos esferas de forma que la de cada una será Q/2,por lo que la fuerza repulsiva será proporcional a $Q^2/4$*.El ángulo se calcula por su cosα=0,6/1;α=53º, tan53º=1,33. De esta forma tendremos* $T\cos 53º = mg$ y $Tsen53º = K\frac{Q^2}{4d^2}$

Dividiendo ambas, $\tan 53º = \frac{K\frac{Q^2}{4d^2}}{mg}$.

$$Q = \sqrt{\frac{3.10^{-2}kg.10\frac{N}{kg}.4.\left(1,2m\right)^2.1,33}{9.10^9\frac{N.m^2}{C^2}}} = 1,6.10^{-5}C = 16\mu C$$

Como $T = \frac{mg}{\cos 53º} = \frac{3.10^{-2}kg.10\frac{N}{kg}}{0,6} = 0,5N$ *.Son correctas las propuestas c*



100*. Dos esferas muy pequeñas de 10g cargadas positivamente y con la misma carga, se encuentras suspendidas de sendos hilos de seda de 1m, sujetos al mismo punto. Si el ángulo que forma cada hilo con la vertical es de 30º, y una de las esferas se descarga dirás que :

a) La carga de la otra también será cero

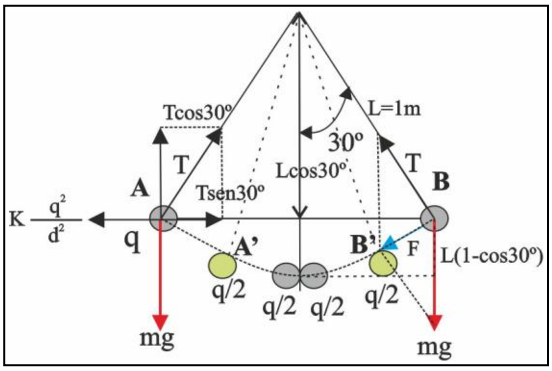
b) La velocidad con que la que pasaría por la vertical será 1,2m/s

c)La carga final de las esferas será de 3,2µC

d) El ángulo de separación final de los hilos será mayor que el inicial

$$K = 9.10^9 \frac{N.m^2}{C^2};\ g = 10\frac{m}{s^2}$$

SOLUCIÓN:

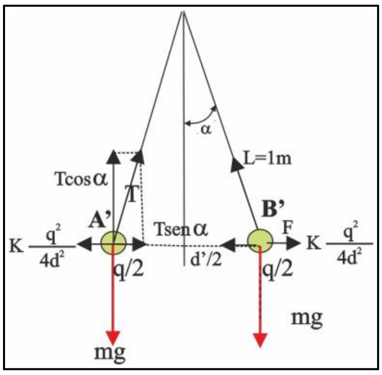


Suponiendo inicialmente cargas las esferas puntuales A y B, con una carga q se mantendrán en equilibrio, tal como se han presentado en los test anteriores. Si se descarga B, tal como se ve en la figura, la otra esfera mantiene su carga, pero ya no están en equilibrio al desaparecer las fuerzas de interacción eléctricas, con lo cual las esferas descendería una altura L(1-cos30º). Con una velocidad, tal que la energía potencial se convertiría en cinética $mgL(1-\cos 30^\circ) = \frac{mv^2}{2}$, *de lo que:*

$$v = \sqrt{gL(1-\cos 30^\circ)} = \sqrt{10\frac{m}{s^2}1m.(1-0,86)} = 1{,}18\frac{m}{s}$$

Al ponerse en contacto las esferas, en su punto mas bajo, la carga q se distribuye por igual en las dos, con lo que la que adquiere cada una será q/2. Como son del mismo signo se repelerán separándose hasta las posiciones A' y B'. Ahora el equilibrio se producirá según el siguiente dibujo.

La carga inicial de las esferas, se puede calcular como en test anteriores De esta forma tendremos $T\cos 30^\circ = mg$ y $Tsen30^\circ = K\frac{Q^2}{d^2}$ *Dividiendo ambas,* $\tan 30^\circ = \frac{K\frac{Q^2}{d^2}}{mg}$. *Dado que se trata de un triángulo equilátero, con ángulo interno de 60º, d=1m, por lo que* $Q = \sqrt{\frac{10^{-2}kg.10\frac{N}{kg}.(1m)^2.0,58}{9.10^9\frac{N.m^2}{C^2}}} = 6,4.10^{-6}C = 6,4\mu C$, *por lo que la carga final será de 3,2µC.*



En el nuevo equilibrio que se aprecia en el dibujo, como la fuerza de repulsión es menor, el ángulo de separación α<30º.
Por lo tanto sólo son correctas la b y la c.