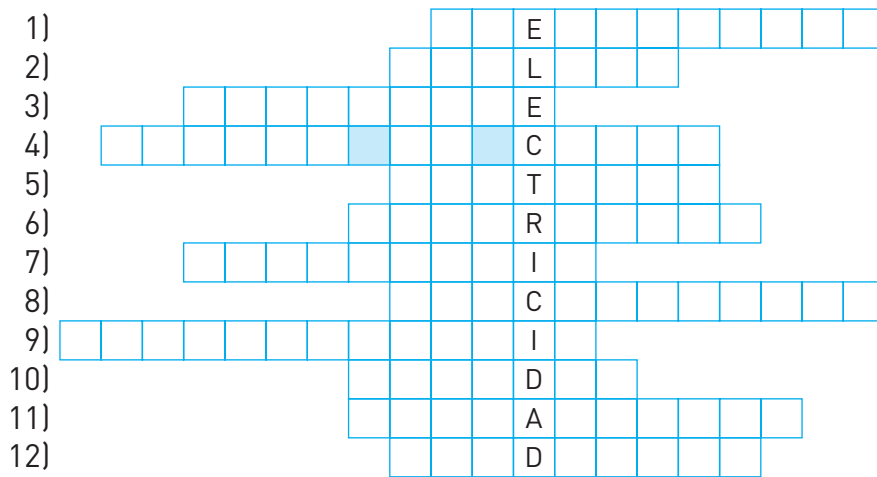


## Unidad 8 Cargas y fuerzas eléctricas

1. Completa el siguiente acróstico.

- 1) Sirve para transportar carga eléctrica.
- 2) Físico que estudió las fuerzas eléctricas.
- 3) Sustancia que no permite el paso de cargas eléctricas por ella.
- 4) Representación gráfica del campo.
- 5) Una varilla con carga toca otra neutra, que se electriza por...
- 6) En las tormentas, conduce las descargas a tierra.
- 7) Sinónimo de inducción electrostática.
- 8) Mide la carga de los cuerpos.
- 9) Indica si un cuerpo está cargado.
- 10) Jaula de...
- 11) Tipo de electrización.
- 12) Antónimo de aislante.



2. Si en alguna ocasión has tocado la pantalla de un televisor con un brazo, has podido comprobar que el vello se eriza. ¿Tienes alguna explicación para este hecho?

3. Completa las siguientes frases referentes a la carga de las partículas subatómicas.

Los protones tienen carga \_\_\_\_\_, y los electrones, \_\_\_\_\_. Por eso, entre un protón y un electrón aparece una fuerza de \_\_\_\_\_, porque tienen carga de distinto signo, mientras que dos protones o dos electrones se \_\_\_\_\_, porque tienen carga de \_\_\_\_\_ signo.

En el Sistema Internacional de unidades, la carga eléctrica se mide en \_\_\_\_\_, cuya abreviatura es \_\_\_\_\_. ¿Recuerdas alguno de sus submúltiplos más empleados?

4. Con una mano sostenemos una varilla de vidrio previamente electrizada, y con la otra, una de cobre. Si las ponemos en contacto y las separamos posteriormente, puede comprobarse con un electroscopio que la barra de cobre no posee carga.

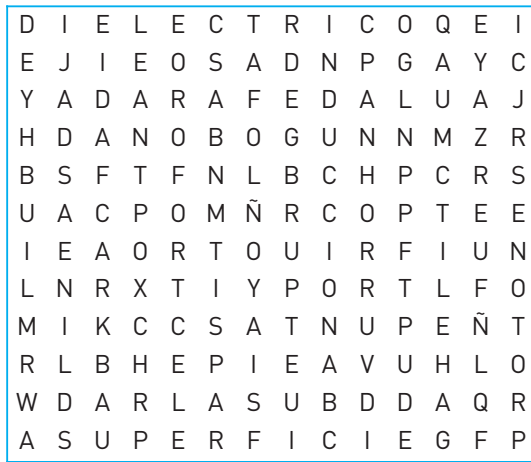
¿Por qué? ¿No ha habido electrización por contacto?

5. ¿Cuántos electrones suman una carga de  $-30 \mu\text{C}$ ?

6. Sabiendo que el ion hierro (III) tiene una carga eléctrica equivalente a 3 protones, expresa su carga en culombios.
7. Completa el siguiente párrafo.  
La \_\_\_\_\_ entre dos cargas eléctricas es \_\_\_\_\_ proporcional al \_\_\_\_\_ de las cargas e inversamente \_\_\_\_\_ al cuadrado de la \_\_\_\_\_ que las separa.  
¿A qué ley hace referencia? Escribe su expresión matemática.
8. a) Calcula con qué fuerza se repelen 2 cargas eléctricas de +12 mC y +4 mC situadas en el vacío a una distancia de 4 mm.  
La constante de proporcionalidad de la ley de Coulomb en el vacío es  $9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .  
b) Determina la fuerza eléctrica existente entre las 2 cargas del ejercicio anterior si se encontraran inmersas en etanol.  
La constante de proporcionalidad de la ley de Coulomb en el etanol es  $3,5 \cdot 10^8 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ .
9. Calcula qué fuerza actúa sobre una carga puntual de +7 mC situada en un punto de un campo eléctrico en el que la intensidad es 500 N/C. Dibuja las líneas de campo creadas por dicha carga.
10. ¿De qué tipo de material están fabricados los mangos de los destornilladores? ¿Sería prudente hacerlos de acero?
11. Revisa paso a paso cómo es y cómo funciona un electroscopio.  
a) Consta de cuatro elementos. Enuméralos.  
b) ¿Cómo utilizarlo para saber si un cuerpo está electrizado?  
c) ¿Qué hay que hacer para volver a emplearlo?  
d) No permite cuantificar la carga. Para ello, ¿qué otro instrumento usarías?  
e) ¿Hay alguna forma de que un electroscopio indique el signo de la carga de un cuerpo?
12. ¿Has oído hablar de la toma de tierra de los enchufes? Es una medida de seguridad que nos protege de descargas eléctricas ante un funcionamiento inadecuado de los aparatos que conectamos. Un pararrayos también está conectado a tierra. ¿Sabes para qué?
13. Une cada definición con el concepto asociado.
- |   |               |
|---|---------------|
| a) Estela luminosa originada al ionizarse las moléculas de aire por las que pasa el rayo. | 1) Rayo.      |
| b) Corriente eléctrica entre nubes con acumulación de cargas de signo opuesto.            | 2) Trueno.    |
| c) Onda sonora provocada por el calentamiento súbito de la región adyacente al rayo.      | 3) Relámpago. |

## Unidad 8 Cargas y fuerzas eléctricas

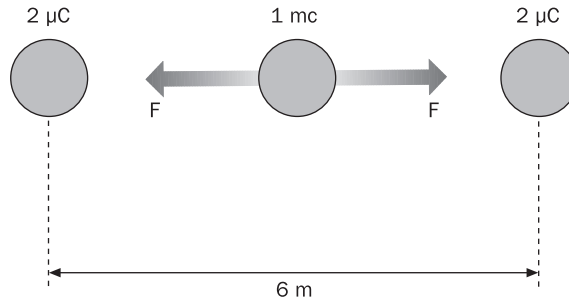
- Encuentra en la sopa de letras las palabras que faltan en las siguientes frases.
  - Un avión se comporta como una .....
  - La intensidad de campo eléctrico es la ..... por unidad de carga.
  - ..... es sinónimo de aislante.
  - En un pararrayos se aprecia el efecto de .....
  - En un conductor, la carga se distribuye en su superficie.
  - El campo eléctrico se representa mediante ..... de fuerza.
  - El ..... es un instrumento utilizado para electrizar por influencia.
  - La influencia es sinónimo de .....
  - Los ..... tienen la misma carga que los electrones, aunque de signo contrario.
  - Cuando una carga se sitúa en el interior de un ..... eléctrico, experimenta una fuerza.



- Para la electrización por influencia se ha propuesto en la unidad un procedimiento que requiere conexión a tierra. ¿Se te ocurre alguna manera de conseguir electrización por influencia o inducción sin necesidad de esa conexión?

- Calcula la fuerza eléctrica con que se atraen 2 cargas de  $+5 \mu\text{C}$  y  $-10 \mu\text{C}$ , que distan 20 cm:
  - En el vacío.
  - En etanol.
  - En vidrio.
 Puedes consultar los datos necesarios en el libro de texto.

4. Dos cargas iguales de  $2 \mu\text{C}$  se encuentran a  $6 \text{ m}$  una de otra. En el punto medio del segmento que las une se coloca una tercera carga, de  $1 \text{ mC}$ . ¿Qué fuerza experimenta? ¿Qué campo habrá en ese punto medio?



5. Realiza el ejercicio propuesto en la actividad anterior sustituyendo el valor de una de las cargas de  $2 \mu\text{C}$  por otra de  $-2 \mu\text{C}$ .

6. Imagina el juego de las tres en raya. En cada una de las nueve casillas que lo forman se sitúa una carga puntual de  $1 \mu\text{C}$ . ¿Qué fuerza experimenta la carga central?

7. a) ¿Es igual la distribución de cargas en una esfera metálica maciza que en una hueca?  
b) ¿Es igual en una esfera que en un cubo también metálico?

### 8. Proyecto de investigación

Prepara un pequeño trabajo, individualmente o en equipo, para exponer en el aula, sobre alguno de los siguientes temas o cualquier otro relacionado con los contenidos de la unidad.

- La piezoelectricidad es una propiedad de ciertos materiales, como el cuarzo o la turmalina, de acumular cargas eléctricas cuando son sometidos a una tracción o compresión, lo que puede generar una chispa. Documentate sobre el fenómeno y sus aplicaciones más cotidianas.
- ¿Has observado las interferencias que se perciben al acercar un teléfono móvil a un micrófono? ¿Serías capaz de emitir una hipótesis sobre la causa de este fenómeno?

## Unidad 8 Cargas y fuerzas eléctricas

### SOLUCIONARIO

- |                    |                     |                   |                  |
|--------------------|---------------------|-------------------|------------------|
| 1. 1) Electrífico. | 4) Líneas de campo. | 7) Influencia.    | 10) Faraday.     |
| 2) Coulomb.        | 5) Contacto.        | 8) Electrómetro.  | 11) Frotamiento. |
| 3) Aislante.       | 6) Pararrayos.      | 9) Electroscopio. | 12) Conductor.   |

2. La pantalla de un televisor encendido tiene carga y, al tocarla con el brazo, se electriza por contacto. Los pelos adquieren carga del mismo signo y tienden a repelerse, lo que provoca que se ericen.

3. Los protones tienen carga *positiva*, y los electrones, *negativa*. Por eso, entre un protón y un electrón aparece una fuerza de *atracción*, porque tienen carga de distinto signo, mientras que dos protones o dos electrones se *repelen*, porque tienen carga de *igual* signo. En el Sistema Internacional de unidades, la carga eléctrica se mide en *culombios*, cuya abreviatura es *C*.

Los submúltiplos más empleados son: miliculombio ( $1 \text{ mC} = 10^{-3} \text{ C}$ ) y microculombio ( $1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}$ ).

4. La varilla de cobre se electriza por contacto, pero a través de la mano, la carga fluye hasta el suelo y se descarga. Para retener las cargas en el metal, deberíamos asir la varilla de cobre con un paño aislante.

5. Un culombio equivale a la carga de  $6,25 \cdot 10^{18}$  electrones. La carga dada es  $q = -30 \mu\text{C} = -30 \cdot 10^{-6} \text{ C} = -3 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ , por tanto:  $3 \cdot 10^{-5} \text{ (C)} \cdot 6,25 \cdot 10^{18} \left( \frac{\text{electrones}}{\text{C}} \right) = 1,88 \cdot 10^{14}$  electrones

6. La carga eléctrica del protón es la misma que la del electrón, pero de signo positivo. Por tanto, la carga del ion es:  $q = 3 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} = 4,8 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

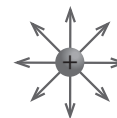
7. La *fuerza* entre dos cargas eléctricas es *directamente* proporcional al *producto* de las cargas e *inversamente proporcional* al cuadrado de la *distancia* que las separa. Hace referencia a la ley de Coulomb, que puede expresarse

$$\text{como: } F = K \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$8. \text{ a) } F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(4 \cdot 10^{-3})^2} = 2,7 \cdot 10^4 \text{ N} \quad \text{b) } F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 3,5 \cdot 10^8 \cdot \frac{12 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}{(4 \cdot 10^{-3})^2} = 1,1 \cdot 10^3 \text{ N}$$

9. La fuerza de Coulomb se puede expresar en función de la intensidad del campo eléctrico:

$$F = q' E = 7 \cdot 10^{-6} \cdot 500 = 3,5 \cdot 10^{-3} \text{ N}$$



10. Normalmente, son materiales plásticos o de madera, en todo caso aislantes. Si fueran de acero no nos protegerían de las descargas eléctricas.

11. a) Recipiente de vidrio, barra metálica aislada, dos láminas delgadas de metal, esfera metálica.

b) Se toca la esfera metálica con el cuerpo; si las láminas se separan, está electrizado.

c) Descargarlo, uniendo la esfera a tierra mediante un hilo conductor.

d) Electrómetro.

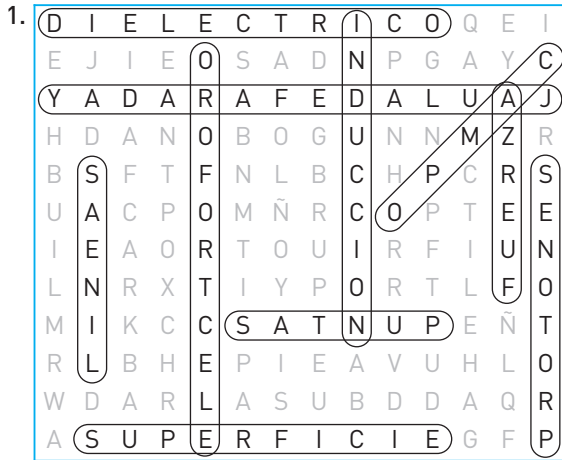
e) Sí, pero se necesita un segundo cuerpo del que se conozca el signo de su carga.

12. Para que las descargas eléctricas originadas por el rayo se dirijan al suelo sin causar ningún daño.

13. La *a* con el 3, la *b* con el 1 y la *c* con el 2.

## Unidad 8 Cargas y fuerzas eléctricas

### SOLUCIONARIO



2. Se disponen dos cuerpos conductores en contacto, por ejemplo, dos esferas metálicas, y se acerca hacia una de ellas una varilla cargada, supongamos que positivamente. Los electrones de las esferas se acumulan en la zona próxima a la barra, con lo que una esfera tiene exceso de carga negativa y la otra, exceso de carga positiva. En ese momento, se separan y se consigue la electrización por inducción.

3. a)  $F = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 180 \text{ N}$

b)  $F = 3,5 \cdot 10^8 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 7 \text{ N}$

c)  $F = 1,2 \cdot 10^9 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-6} \cdot 10 \cdot 10^{-6}}{(5 \cdot 10^{-2})^2} = 24 \text{ N}$

Como las cargas son de distinto signo, todas las fuerzas calculadas son de atracción.

4. Cada una de las cargas de los extremos origina una fuerza de repulsión sobre la carga central. Así pues, esta experimenta dos fuerzas que son iguales pero de sentido opuesto, con lo que la fuerza total será cero.

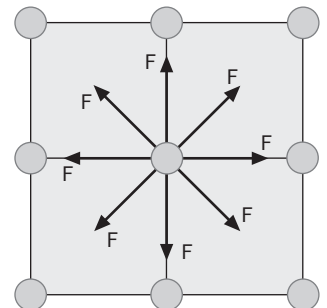
Si la fuerza es nula, el campo también lo será:  $E = \frac{F}{q} = \frac{0}{10^{-6}} = 0$

5. Las dos fuerzas son del mismo sentido, por lo que ahora se suman:  $F = 2 \cdot 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 10^{-3}}{3^2} = 4 \text{ N}$

La intensidad de campo es:  $E = \frac{F}{q} = \frac{4}{10^{-3}} = 4000 \text{ N/C}$

6. Al ser todas las cargas iguales, las fuerzas serían todas de repulsión.

Al observar el dibujo de las tres en raya, comprobamos que es simétrico respecto al punto central, por lo que las fuerzas se anularían por parejas y, en consecuencia, la fuerza total es cero.



7. a) Sí, la carga se distribuye exclusivamente por la superficie y de manera homogénea.

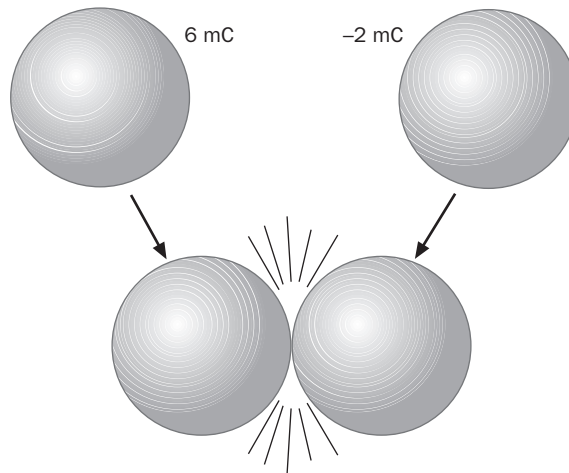
b) Por el efecto de las puntas, en un cubo los vértices tienen una mayor acumulación de carga que la parte central de las caras, no es una distribución homogénea como en una esfera.

## Unidad 8 Cargas y fuerzas eléctricas

APELLIDOS: ..... NOMBRE: .....

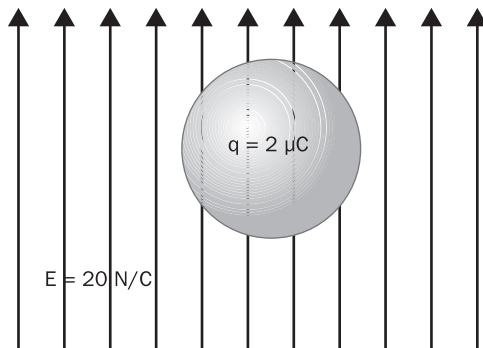
FECHA: ..... CURSO: ..... GRUPO: .....

- ¿Cuál es la carga, expresada en culombios, de  $6 \cdot 10^{18}$  electrones?
- Un cuerpo tiene  $2,11 \cdot 10^{20}$  protones y  $2,12 \cdot 10^{20}$  electrones. Expresa su carga en miliculombios.
- Dos esferas metálicas de igual radio están cargadas, una con 6 mC y otra con  $-2$  mC. Se ponen en contacto y, cuando alcanzan el equilibrio, ambas tienen la misma carga.  
Determina su valor y cuántos electrones pasan de una a otra.  
¿Cuál de ellas es la que cede electrones?



- ¿Qué causa la electrización por frotamiento?
- Durante una tormenta, los pararrayos se electrizan. ¿Puedes indicar cómo lo consiguen?
- Dos cargas,  $q_1 = 40 \mu\text{C}$  y  $q_2 = 50 \mu\text{C}$ , distan 20 cm. Si se encuentran sumergidas en agua, determina la fuerza de repulsión entre ambas.  
Dato:  $K_{\text{agua}} = 1,12 \cdot 10^8 \text{ N m}^2/\text{C}^2$
- Dos cargas, una doble que la otra, se encuentran en etanol y separadas 10 cm. Se repelen con una fuerza de 7 N. Halla ambas cargas.  
Dato:  $K_{\text{etanol}} = 3,5 \cdot 10^8 \text{ N m}^2/\text{C}^2$

8. Se sitúa una carga  $q = 2 \mu\text{C}$  en un campo eléctrico vertical y hacia arriba, de intensidad  $E = 20 \text{ N/C}$ . ¿Qué fuerza actúa sobre ella?



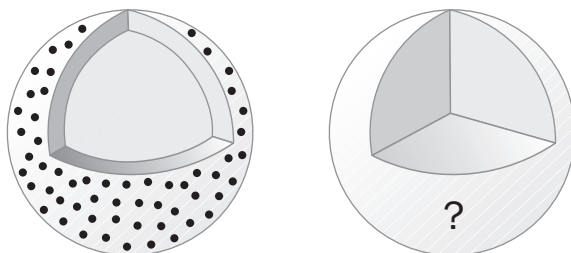
9. Dos cargas,  $q_1 = 0,1 \text{ mC}$  y  $q_2 = 0,2 \text{ mC}$ , situadas en el vacío, distan  $d = 3 \text{ m}$ . Calcula la intensidad del campo eléctrico en el punto en que se halla  $q_2$ .

10. Indica mediante flechas a qué grupo (conductores o aislantes) pertenece cada uno de los materiales de la columna de la izquierda.

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| Vidrio          |             |
| Goma de calzado | Conductores |
| Cobre           |             |
| Madera          |             |
| Grafito         | Aislantes   |
| Aluminio        |             |

11. Ordena en sentido creciente la facilidad con que los electrones pueden desplazarse por los siguientes objetos: neumático, collar de plata y mina de grafito.

12. Si electrizamos una esfera metálica hueca, la carga se distribuye homogéneamente por la superficie. Pero si fuera maciza, ¿cómo se distribuiría la carga? ¿Por qué?





## SOLUCIONES A LA PROPUESTA DE EVALUACIÓN

$$1. q = 6 \cdot 10^{18} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = 0,96 \text{ C}$$

Criterio de evaluación 1.1

$$2. q = [2,11 \cdot 10^{20} - 2,12 \cdot 10^{20}] \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} = -0,16 \text{ C}$$

$$q = -160 \text{ mC}$$

Criterio de evaluación 1.1

3. La carga total es  $6 + [-2] = 4 \text{ mC}$ . Como se reparte por igual, cada esfera tendrá  $2 \text{ mC}$ . La variación de carga experimentada por cada una de ellas es de  $4 \text{ mC}$  que corresponden a  $2,5 \cdot 10^{16}$  electrones.

Los electrones se transfieren desde la esfera con carga negativa a la otra.

Criterio de evaluación 1.1 y 2.1

4. Al frotar entre sí dos cuerpos, algunos electrones son arrancados y pasan de uno a otro, electrizándose ambos.

Criterio de evaluación 1.2

5. Se electrizan por influencia o inducción. La parte inferior de la nube tiene carga normalmente negativa. Los electrones libres del pararrayos se ven repelidos y se alejan de la punta, que queda cargada positivamente.

Criterio de evaluación 1.2

$$6. F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 1,12 \cdot 10^8 \cdot \frac{40 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 10^{-6}}{(0,2)^2} = 5,6 \text{ N}$$

Criterio de evaluación 2.1 y 2.2

$$7. F = K \frac{2q^2}{r^2} \Leftrightarrow q = \sqrt{\frac{Fr^2}{2K}} = \sqrt{\frac{7 \cdot (0,1)^2}{2 \cdot 3,5 \cdot 10^8}} = 10^{-5} \text{ C}$$

Criterio de evaluación 2.1 y 2.2

$$8. F = qE = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 0,04 \text{ N}$$

Criterio de evaluación 2.1 y 2.2

$$9. F = K \frac{q_1 q_2}{r^2} = 9 \cdot 10^9 \cdot \frac{0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 \cdot 10^{-3}}{3^2} = 20 \text{ N}$$

$$E = \frac{F}{q_2} = \frac{20}{0,2} = 100 \text{ N/C}$$

Criterio de evaluación 2.1 y 2.2

10. Aislantes: vidrio, goma de calzado y madera.

Conductores: cobre, aluminio y grafito.

Criterio de evaluación 3.1

11. Neumático, mina de grafito y collar de plata.

Criterio de evaluación 3.1

12. En un conductor, la carga se distribuye siempre por su superficie, independientemente de su forma. La razón es que las cargas se repelen y tienden a alejarse al máximo unas de otras, única manera de alcanzar el equilibrio electrostático.

Criterio de evaluación 3.2