

Topic 5 – Electricity and magnetism

Formative Assessment

PROBLEM SET

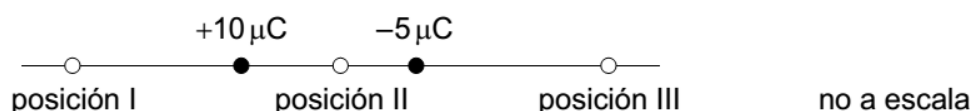
NAME: _____ TEAM: _____

THIS IS A PRACTICE ASSESSMENT. Show formulas, substitutions, answers, and units!

- Identificar dos tipos de carga y la dirección de las fuerzas entre ambos
- Resolver problemas relacionados con los campos eléctricos y la ley de Coulomb
- Calcular el trabajo efectuado en un campo eléctrico tanto en julios como en electronvoltios
- Identificar el signo y la naturaleza de los portadores de carga en un metal
- Identificar la velocidad de desplazamiento de los portadores de carga
- Resolver problemas mediante la ecuación de la velocidad de desplazamiento
- Resolver problemas sobre corriente, diferencia de potencial y carga

Topic 5.1 - Electric fields / Paper1

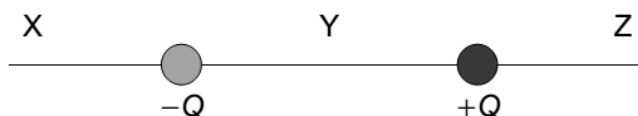
1. Una carga de $-5\mu\text{C}$ y otra de $+10\mu\text{C}$ se encuentran separadas por una distancia fija.



¿Dónde puede anularse el campo eléctrico?

- A. en la posición I solamente
- B. en la posición II solamente
- C. en la posición III solamente**
- D. en las posiciones I, II y III

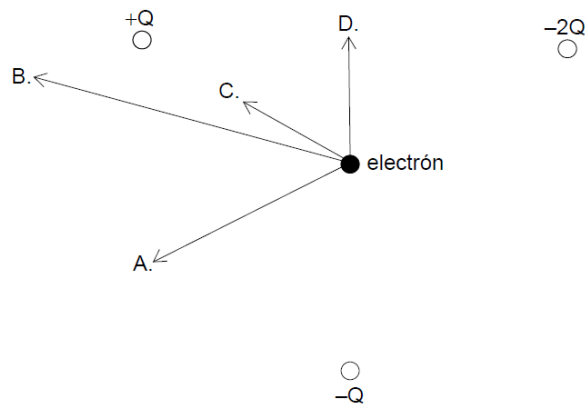
2. El diagrama muestra dos cargas iguales y opuestas situadas en posiciones fijas.



¿En qué puntos el campo eléctrico neto está dirigido hacia la derecha?

- A. Solo en X y en Y
- B. Solo en Z y en Y
- C. Solo en X y en Z**
- D. En X, Y y Z

3. Tres cargas fijas, $+Q$, $-Q$ y $-2Q$, se encuentran en los vértices de un triángulo equilátero. ¿Cuál es la fuerza resultante sobre un electrón en el centro del triángulo? B



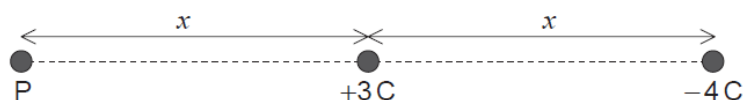
4. Un cable tiene una sección transversal de área variable. El área de la sección transversal en Y es el doble que en X.



En X, la corriente en el cable es I y la velocidad de desplazamiento del electrón es v .
¿Cuáles serán la corriente y la velocidad de desplazamiento en Y? **b**

	Corriente	Velocidad de desplazamiento
A.	I	v
B.	I	$\frac{v}{2}$
C.	$2I$	v
D.	$2I$	$\frac{v}{2}$

5. Una carga de $+3\text{ C}$ y otra carga de -4 C están separadas por una distancia x . P se encuentra a una distancia x de la carga $+3\text{ C}$, sobre la recta que une las cargas.



¿Cuál es el módulo de la intensidad del campo eléctrico en P? **b**

A. $\frac{1}{\pi\epsilon_0 x^2}$

B. $\frac{1}{2\pi\epsilon_0 x^2}$

C. $\frac{1}{4\pi\epsilon_0 x^2}$

D. $\frac{1}{7\pi\epsilon_0 x^2}$

6. Un modelo sencillo del átomo de hidrógeno sugiere que el electrón está en órbita alrededor del protón. ¿Cuál es la fuerza que mantiene al electrón en órbita?

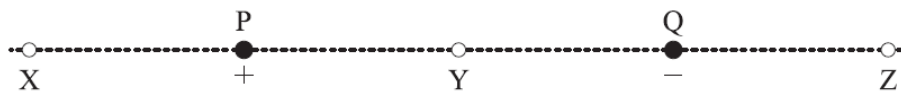
A. Electrostática

B. Gravitatoria

C. Nuclear fuerte

D. Centrípeta

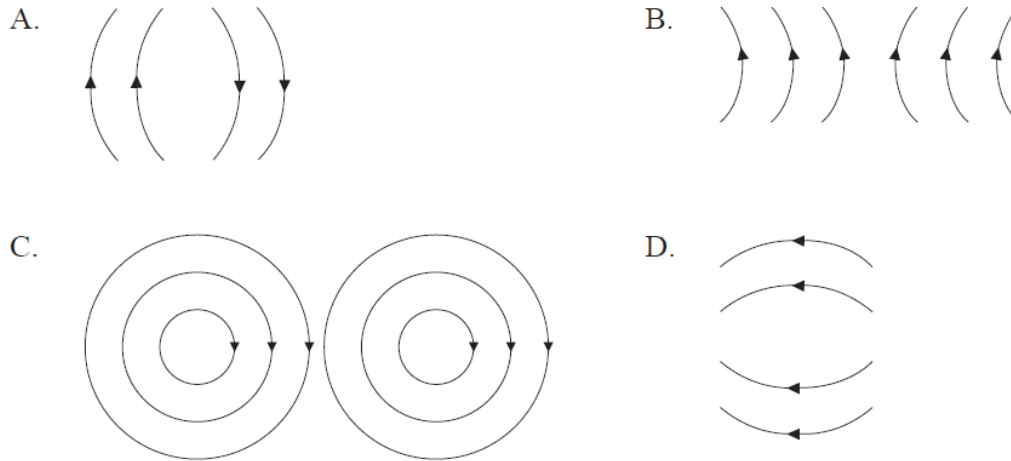
7. Una carga puntual positiva P y una carga puntual negativa Q de igual magnitud se mantienen en posiciones fijas. Y es un punto a medio camino entre P y Q.



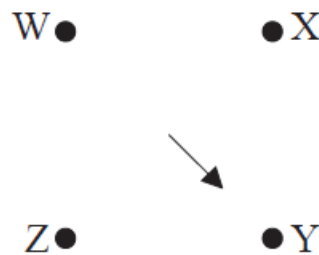
¿Cuál de las siguientes respuestas da el sentido del campo eléctrico debida a las cargas en X, Y y Z? **D**

	X	Y	Z
A.	a la derecha	a la izquierda	a la derecha
B.	a la derecha	a la derecha	a la izquierda
C.	a la izquierda	a la derecha	a la derecha
D.	a la izquierda	a la derecha	a la izquierda

8. ¿Qué patrón de campo puede ser producido por dos cargas puntuales? **D**



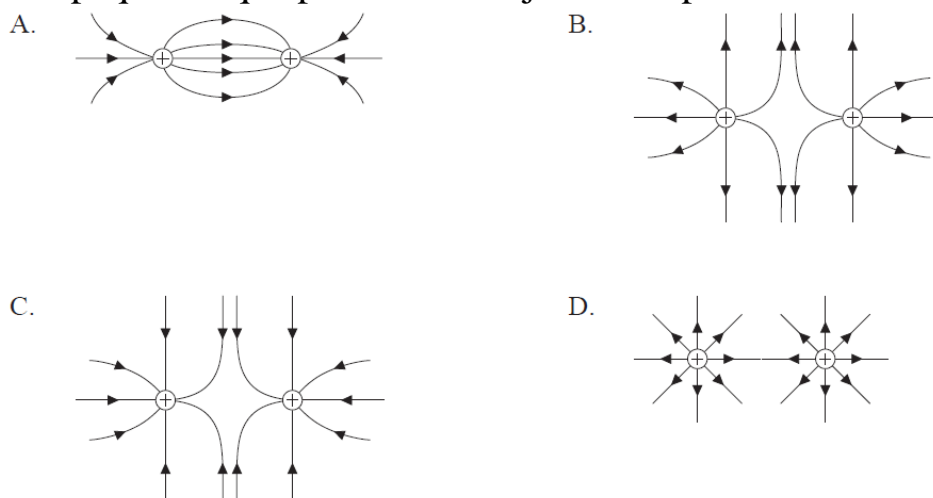
9. Cuatro cargas puntuales de igual magnitud W, X, Y y Z están fijas en las cuatro esquinas de un cuadrado.



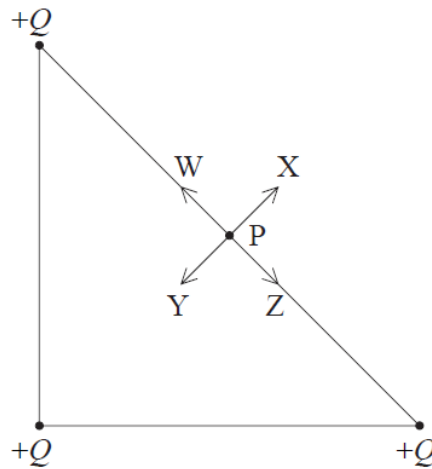
W es una carga positiva y X es una carga negativa. La flecha muestra la dirección y sentido del campo eléctrico resultante en el centro del cuadrado. ¿Cuáles son los signos correctos de las cargas Y y Z?

- | Y | Z |
|-------------|----------|
| A. positiva | positiva |
| B. negativa | positiva |
| C. positiva | negativa |
| D. negativa | negativa |

10. ¿Qué diagrama representa el patrón de líneas de campo eléctrico de dos cargas puntuales positivas pequeñas que permanecen fijas en las posiciones mostradas? **B**



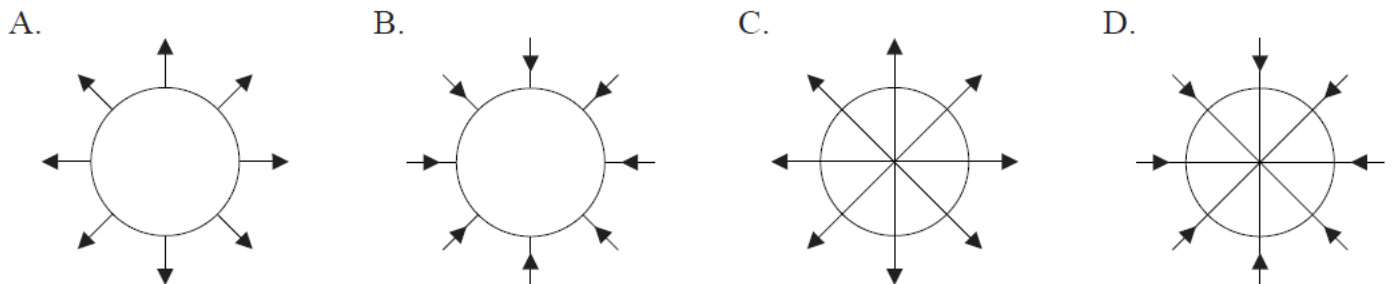
11. Tres cargas puntuales positivas $+Q$ están fijas en los vértices de un triángulo isósceles. P es el punto medio entre dos de las cargas.



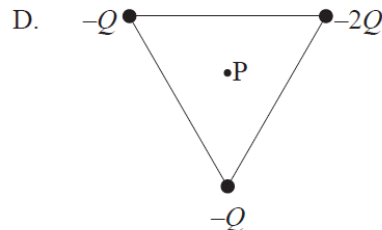
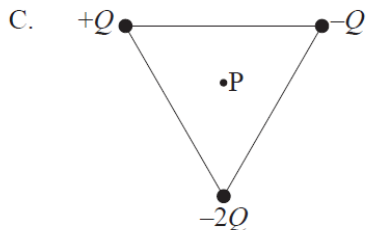
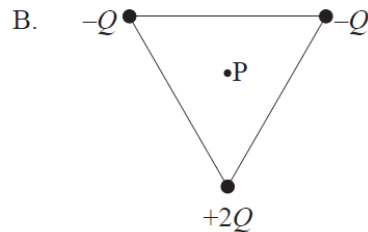
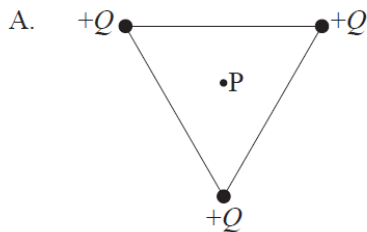
¿Cuál de las flechas identifica correctamente la dirección y sentido del campo eléctrico en el punto P?

- A. W
- B. X**
- C. Y
- D. Z

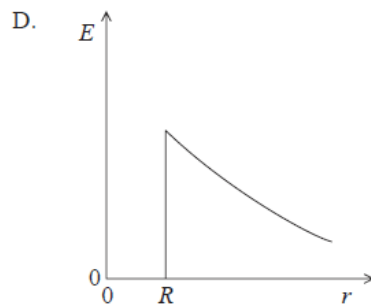
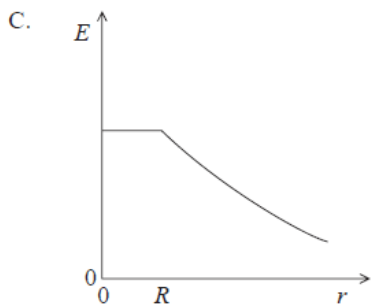
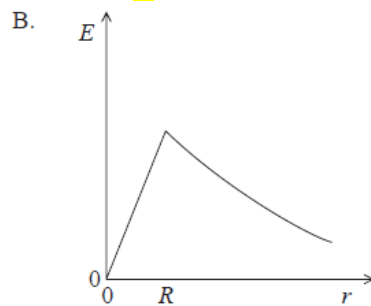
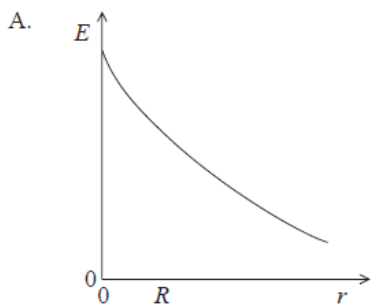
12. ¿Cuál de las siguientes opciones es la mejor representación de las líneas de campo eléctrico alrededor de una esfera metálica negativamente? **b**



13. ¿Qué disposición de tres cargas puntuales en los vértices de un triángulo equilátero originará un campo eléctrico nulo en el punto P, centro del triángulo? **a**



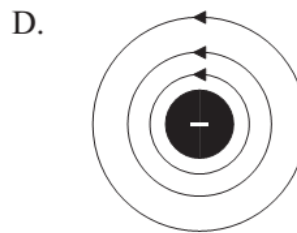
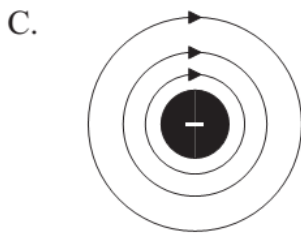
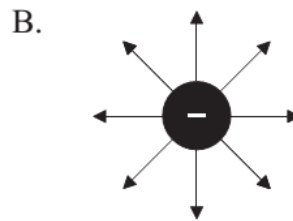
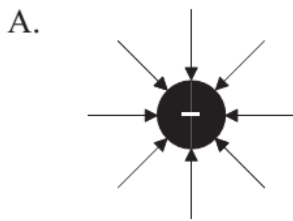
14. El radio de un conductor cargado esférico es R . ¿Cuál de las siguientes gráficas muestra mejor cómo varía el módulo de la intensidad de campo eléctrico, E , en función de la distancia, r , al centro de la esfera? **d**



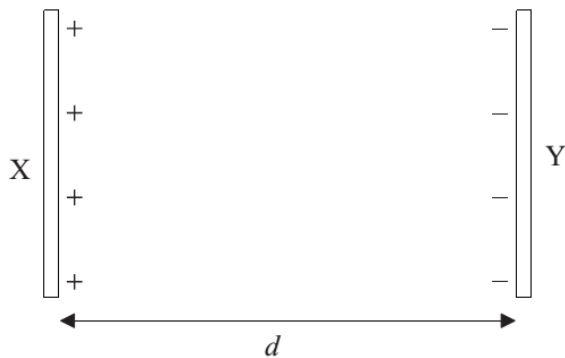
15. ¿Cuál de las siguientes respuestas corresponde a la aceleración de un electrón de carga eléctrica, e , y masa, m , en un campo eléctrico uniforme de intensidad E ?

- A. E
- B. Ee
- C. E/em**
- D. m/Ee

16. ¿Cuál de los siguientes diagramas ilustra el patrón del campo eléctrico de una esfera cargada negativamente? **A**



17. El diagrama siguiente muestra dos placas paralelas cargadas X e Y situadas en el vacío. X está cargada positivamente e Y está cargada negativamente. La distancia entre las placas es d .

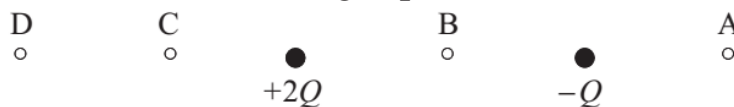


La cuantía de la carga sobre cada placa es la misma. Se acelera una partícula de carga $+q$, a partir del reposo, desde la placa X hasta la placa Y. La energía cinética de la partícula cuando alcanza Y es E_C .

¿Cuál de las siguientes es una expresión correcta para el módulo de la intensidad del campo eléctrico entre las placas X e Y?

- A. E_C/qd
- B. $E_C d/q$
- C. qd/E_C
- D. q/E_Cd

18. El siguiente diagrama muestra dos cargas puntuales estacionarias $+2Q$ y $-Q$.



¿En qué punto será mayor la intensidad del campo eléctrico?

- A. A
- B. B

C. C
D. D

19. Dos conductores esféricos idénticos, X e Y, están montados sobre soportes aislantes. X tiene una carga de $+8,0\text{ nC}$ e Y de $-2,0\text{ nC}$.



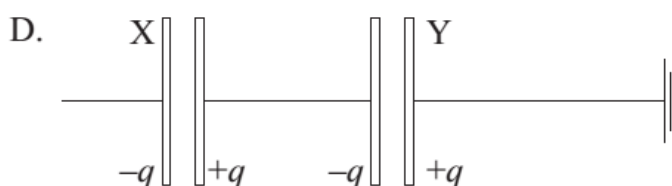
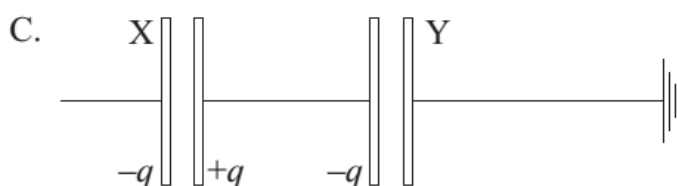
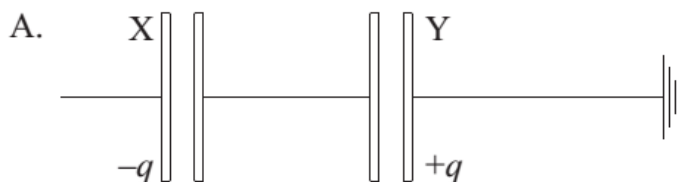
Se ponen en contacto ambos conductores y, a continuación, se separan. ¿Cuál de las siguientes opciones indica la carga sobre cada conductor?

carga sobre X	carga sobre Y
A. $0,0\text{ nC}$	$0,0\text{ nC}$
B. $+8,0\text{ nC}$	$-2,0\text{ nC}$
C. $+5,0\text{ nC}$	$+5,0\text{ nC}$
D. $+3,0\text{ nC}$	$+3,0\text{ nC}$

20. Dos pares de placas paralelas sin carga se sitúan en el vacío y se conectan como se muestra a continuación.

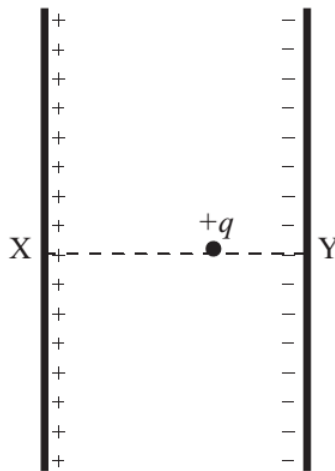


Una carga negativa de magnitud q se coloca en la placa X. la placa Y se conecta a tierra. ¿Cuál de los siguientes diagramas muestra la distribución de la carga sobre las placas? **D**

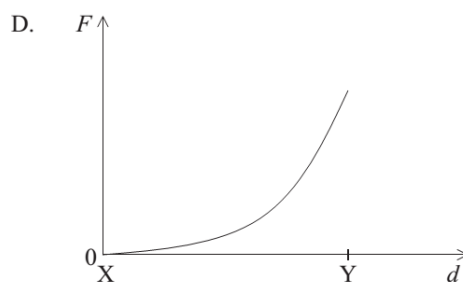
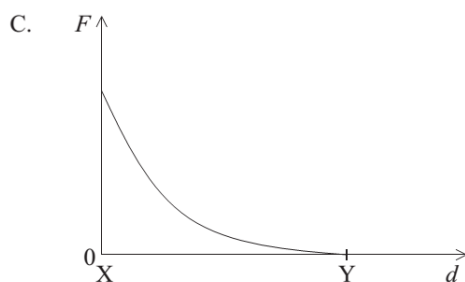
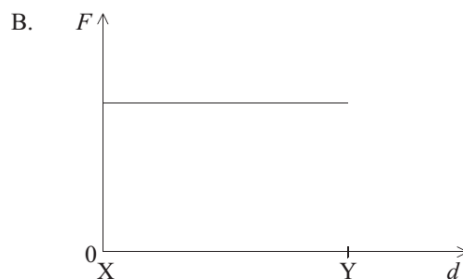
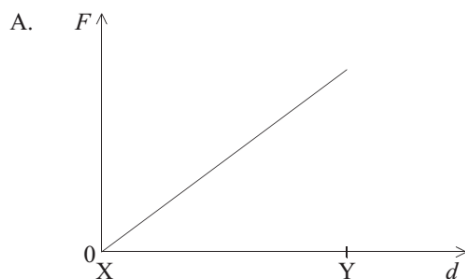


21. el diagrama siguiente muestra dos placas largas y paralelas, que están cargadas con cargas opuestas.

Sobre la línea de puntos XY se coloca una carga de prueba positiva $+q$. **b**



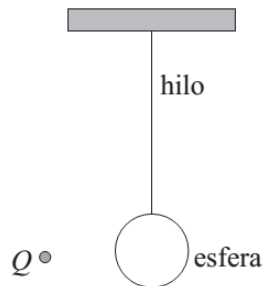
la carga $+q$ se traslada de X a Y. ¿cuál de las siguientes opciones muestra mejor la variación con la distancia d desde X, de la intensidad de la fuerza F que actúa sobre $+q$?



22. X e Y son dos esferas conductoras idénticas separadas una distancia d . X tiene una carga de $+6 \mu\text{C}$ e Y tiene una carga de $-2 \mu\text{C}$. la fuerza eléctrica entre ellas es $+F$ (es decir, atractiva). Tras poner en contacto las esferas se las devuelve a su posición original, separadas d . la fuerza entre ellas es entonces

- A. $+F$.
- B. $-F$.
- C. $+F/3$.
- D. $-F/3$**

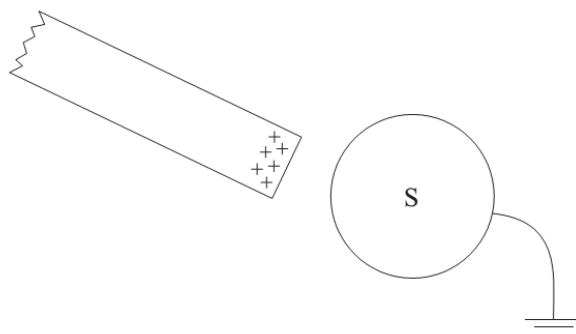
23. una esfera conductora, eléctricamente neutra, está suspendida verticalmente de un hilo aislante.



Se lleva una carga puntual de valor Q a las proximidades de la esfera. la fuerza eléctrica entre la carga puntual y la esfera

- A. depende de si la carga Q es positiva o negativa.
- B. es siempre cero.
- c. es siempre repulsiva.
- D. es siempre atractiva.**

24. Se acerca una barra con carga positiva a una esfera S conectada a tierra, tal como se muestra a continuación.



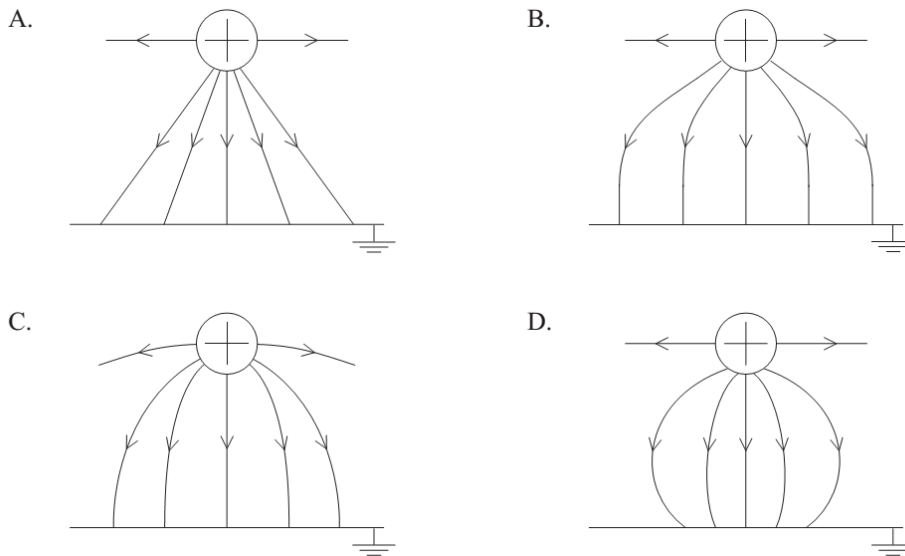
Se retira la conexión a tierra de la esfera y, a continuación, la barra cargada. Se encuentra que la esfera S tiene carga negativa. ¿cuál de las siguientes respuestas describe el material de S y el movimiento de la carga entre S y la tierra?

- | material de s | movimiento de la carga |
|--------------------|---|
| A. conductor | la carga negativa se mueve de la tierra a S |
| B. aislante | la carga negativa se mueve de la tierra a S |
| c. conductor | la carga positiva se mueve de S a la tierra |
| D. aislante | la carga positiva se mueve de S a la tierra |

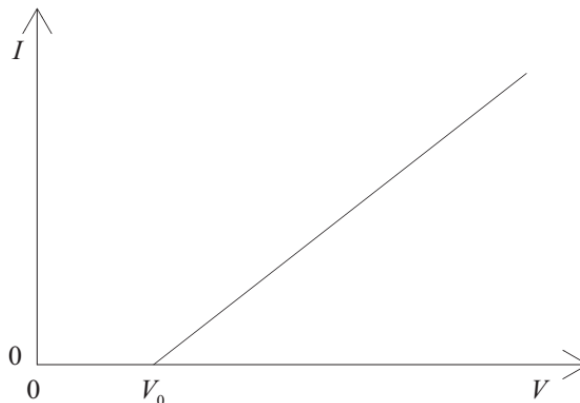
25. Dos cargas puntuales de magnitudes $+2Q$ y $-Q$ están fijas en las posiciones que se muestran a continuación. ¿En qué punto es más probable que el campo eléctrico debido a las dos cargas sea cero? **D**



26. ¿Cuál de los siguientes diagramas representa mejor la disposición del campo eléctrico entre una esfera conductora con carga positiva y una placa metálica conectada a tierra? **D**



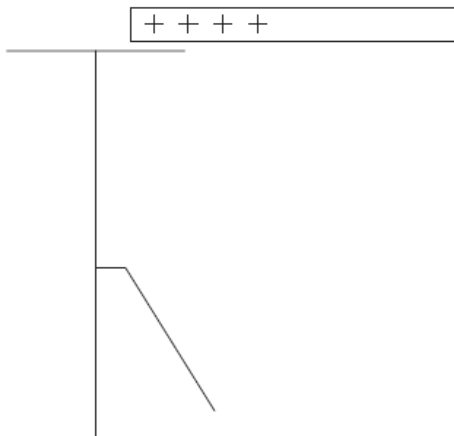
27. La gráfica siguiente muestra la variación con la diferencia de potencial V de la corriente I en un componente eléctrico.



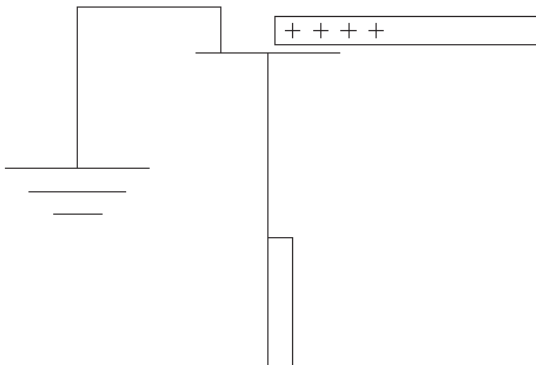
¿Cuál de las siguientes es una afirmación correcta sobre la resistencia del componente?

- A. Para diferencias de potencial mayores que V_0 , la resistencia es constante.
- B. Para diferencias de potencial mayores que V_0 , la resistencia decrece a medida que crece la diferencia de potencial.
- C. la variación de la corriente con la diferencia de potencial es lineal, y, por consiguiente, se cumple la ley de ohm.**
- D. Para diferencias de potencial menores que V_0 , la resistencia es cero.

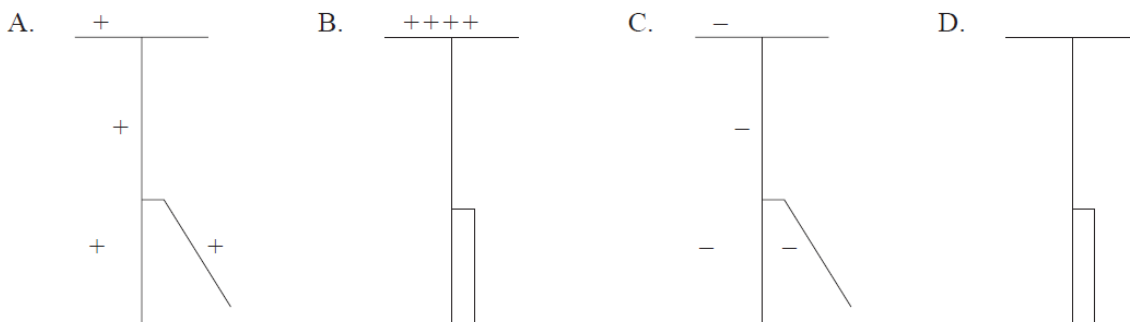
28. Una varilla cargada positivamente se acerca hasta la placa superior de un electroscopio de láminas de oro, descargado.



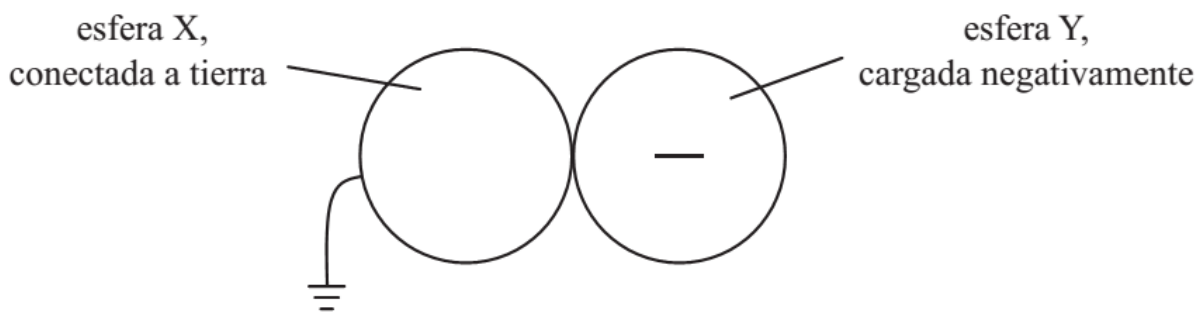
A continuación, la placa superior del electroscopio de láminas de oro se conecta a tierra, con la varilla aún próxima.



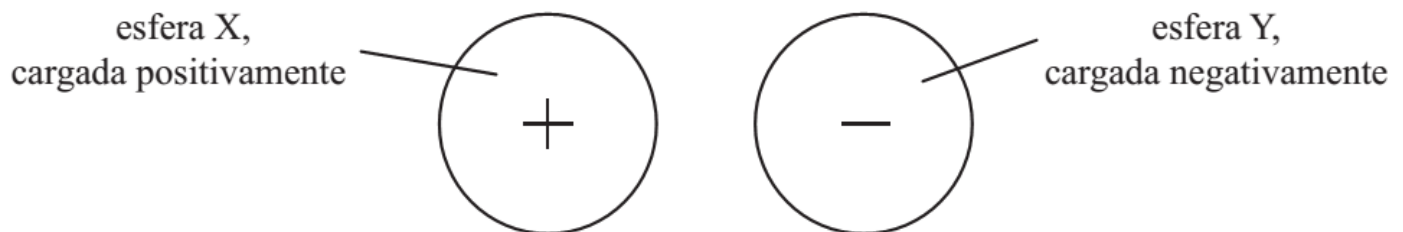
Por último, se quita la conexión a tierra y, entonces, se aleja la varilla cargada. ¿Cuál de las siguientes opciones muestra mejor la distribución correcta de carga sobre el electroscopio de láminas de oro, como resultado de las acciones indicadas? **c**



29. Dos esferas aisladas, X e Y, hechas de materiales desconocidos, están en contacto mutuo, tal y como se muestra en la figura.



La esfera Y está cargada negativamente y la esfera X está conectada a tierra. Se suprime la conexión a tierra de la esfera X y, entonces, se separan las esferas, como se muestra a continuación.

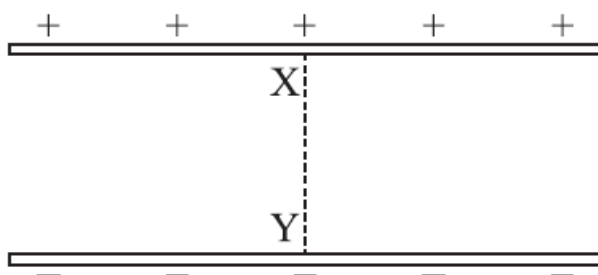


Se encuentra que la esfera X tiene carga positiva y que la esfera Y permanece cargada negativamente.

¿Cuál de las siguientes opciones describe la naturaleza de los materiales de los que están hechas las esferas?

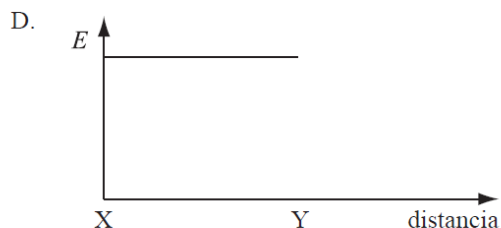
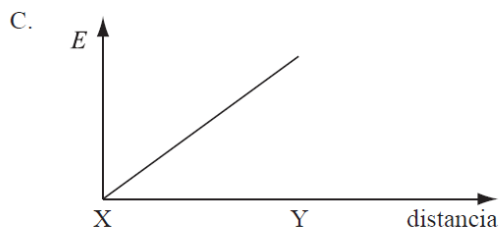
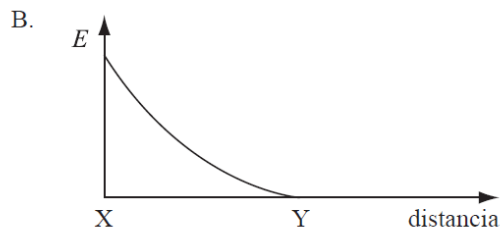
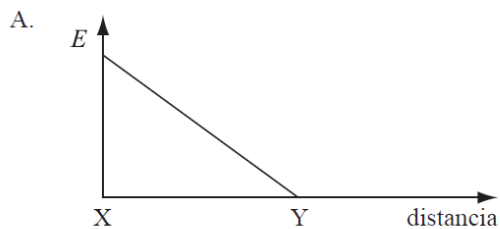
	Esfera X	Esfera Y
A.	Aislante	Aislante
B.	Aislante	Conductor
C.	Conductor	Aislante
D.	Conductor	Conductor

30. El diagrama de más abajo muestra dos placas conductoras paralelas, cargadas con cargas opuestas.



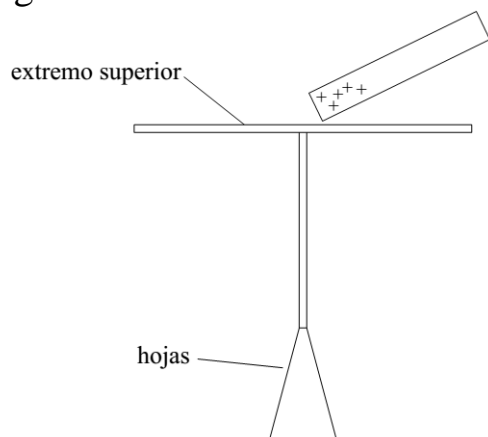
La línea XY es perpendicular a las placas.

¿Cuál de los siguientes diagramas muestra la variación del módulo de la intensidad del campo eléctrico entre las placas E a lo largo de la línea XY?



D

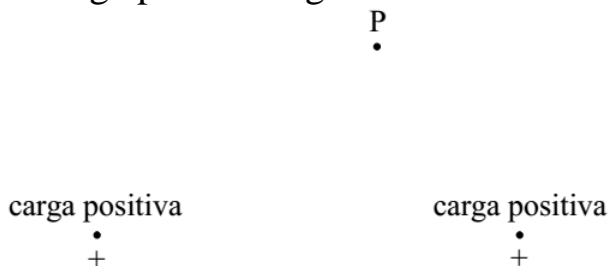
31. Un electroscopio de panes de oro se encuentra inicialmente sin carga. Una barra cargada positivamente se acerca al extremo superior, tal como se muestra en la siguiente figura.



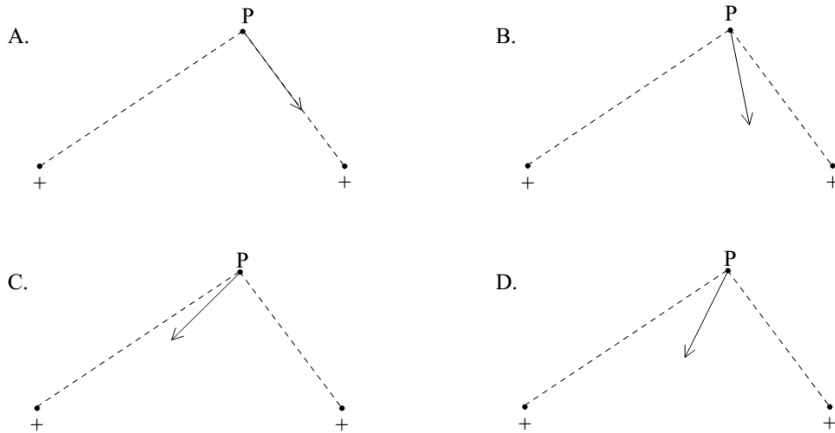
¿Cuál de las siguientes afirmaciones es la verdadera?

- A. El extremo superior adquiere carga negativa y las hojas adquieren carga positiva.
- B. El extremo superior adquiere carga positiva y las hojas adquieren carga negativa.
- C. El extremo superior adquiere carga negativa y las hojas se mantienen sin carga.
- D. El extremo superior adquiere carga positiva y las hojas se mantienen sin carga.

32. El siguiente diagrama muestra dos cargas puntuales positivas de la misma magnitud. En el punto P se coloca una carga puntual negativa.



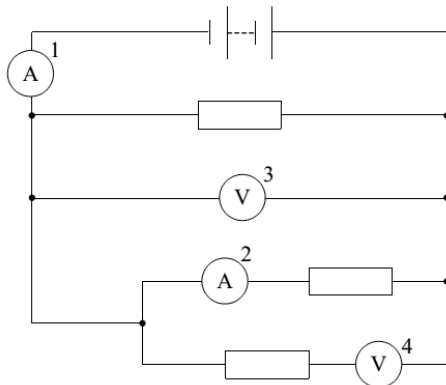
¿Cuál de los siguientes diagramas muestra mejor la dirección de la fuerza resultante sobre la carga negativa en P?



33. Una batería se conecta en serie a un resistor R. La batería transfiere 2 000 C de carga a lo largo del circuito. Durante este proceso, 2 500 J de energía se disipan en el resistor R y 1 500 J se consumen en la batería. La f.e.m. de la batería es

- A. 2,00 V.
- B. 1,25 V.
- C. 0,75 V.
- D. 0,50 V.

34. En el siguiente circuito, ¿qué aparato de medición no está correctamente conectado?

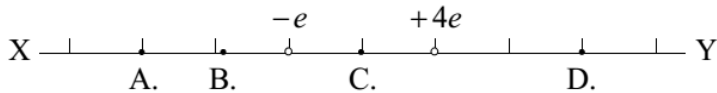


- A. 1
- B. 2
- C. 3
- D. 4

35. Se frota una varilla de plástico con un paño. Al final del proceso, se encuentra que la varilla está cargada positivamente y el paño sin carga. Ello implica el movimiento de

- A. carga positiva desde el paño hasta la varilla.
- B. carga positiva desde la tierra hasta el paño.
- C. carga negativa desde la varilla hasta la tierra.
- D. carga negativa desde la tierra hasta el paño.

36. Dos cargas de valores $-e$ y $+4e$ están dispuestas en las posiciones indicadas más abajo. ¿En qué posición, a lo largo de la línea XY, se anula el campo eléctrico originado por dichas cargas? **A**

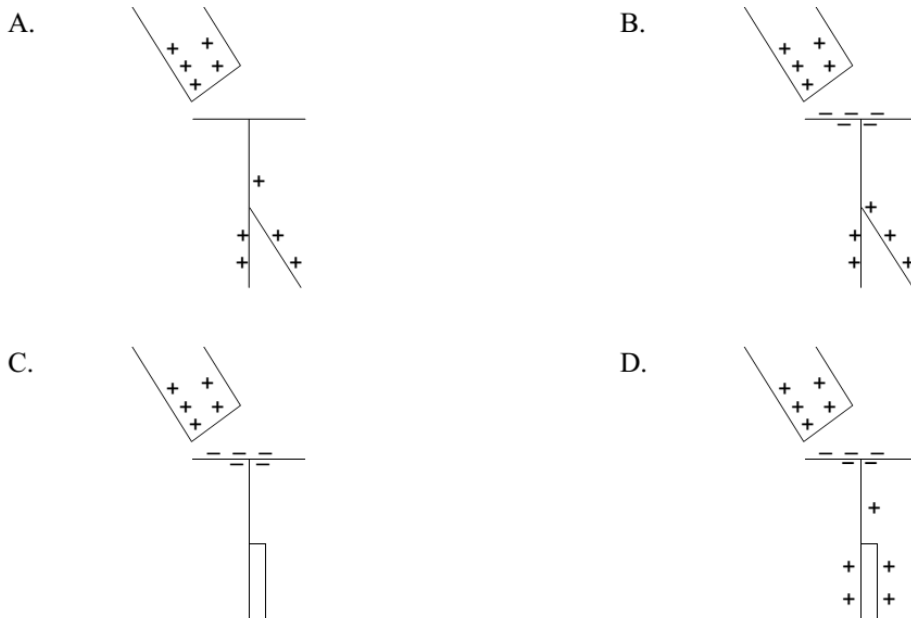


37. ¿Cuál de las siguientes definiciones de diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos es la correcta?

- A. La potencia necesaria para trasladar una pequeña carga positiva entre dichos puntos.
- B. El trabajo realizado para trasladar una pequeña carga positiva entre dichos puntos.
- C. La potencia, por unidad de carga, necesaria para trasladar una pequeña carga positiva entre dichos puntos.
- D. El trabajo, por unidad de carga, realizado para trasladar una pequeña carga positiva entre dichos puntos.**

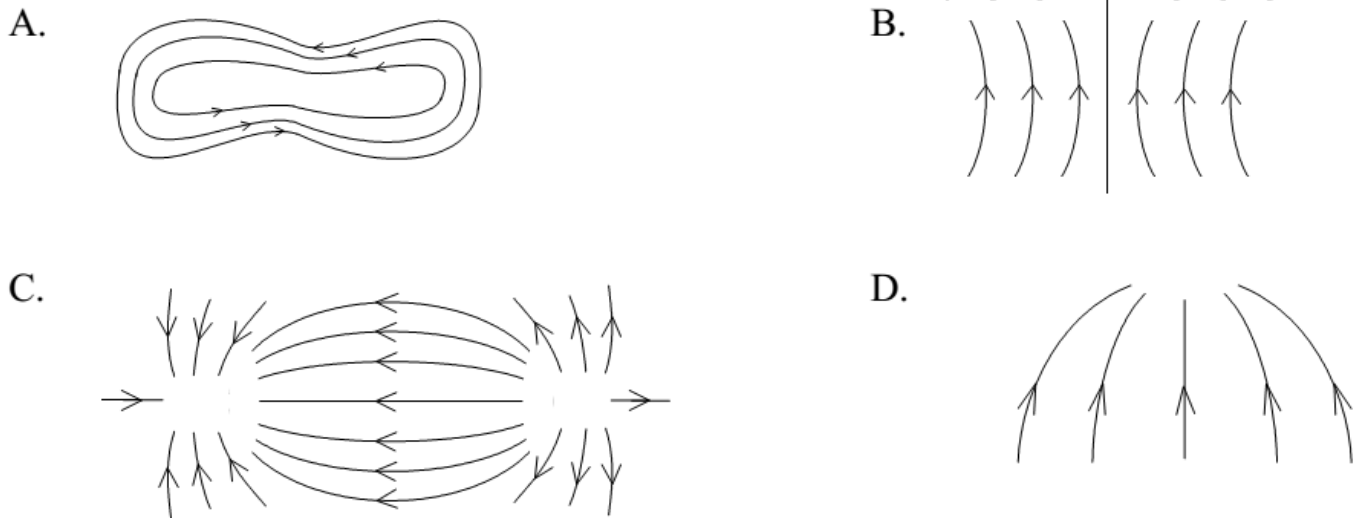
38. Una varilla cargada positivamente se sitúa cerca de la tapa de un electroscopio de hoja de oro sin carga.

¿Cuál de los siguientes diagramas muestra correctamente la distribución de las cargas del electroscopio, así como la deflexión de la hoja de oro? **B**

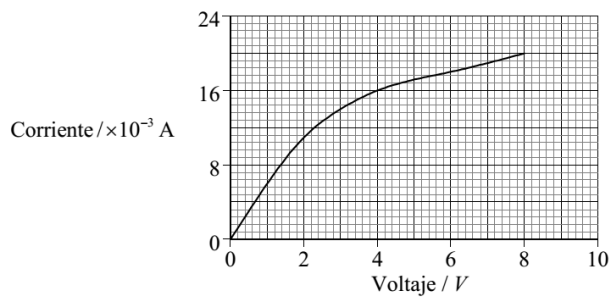


39. ¿Cuál de las pautas de los campos que se muestran seguidamente podría deberse al efecto de dos cargas puntuales?

C



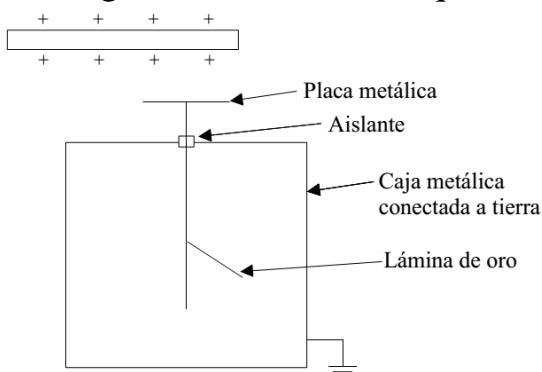
40. El gráfico muestra las características de la relación corriente/voltaje de una lámpara de incandescencia.



La resistencia del filamento a 4,0 V es

- A. 250 Ω
 B. 4 000 Ω
 C. 8 000 Ω
 D. 64 000 Ω

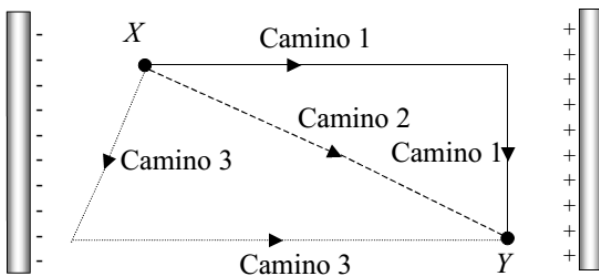
41. Se aproxima una varilla cargada positivamente a un electroscopio de lámina de oro descargado, observándose que la lámina se desvía, tal y como se muestra en la figura.



¿Cual de las filas de la tabla siguiente indica correctamente las cargas de la placa y de la lamina después de la aproximación?

Placa	Lamina
D. Positiva	Negativa
C. Negativa	Descargada
B. Negativa	Positiva
A. Negativa	Negativa

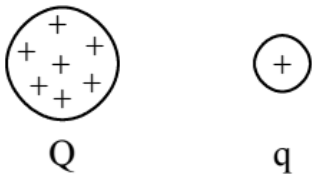
42. Se traslada una pequeña esfera cargada positivamente desde un punto X a otro Y, situados ambos entre dos placas paralelas cargadas. La figura muestra tres caminos entre X e Y.



¿Cual es la afirmación correcta?

- A. El trabajo desarrollado es mayor para el camino 1.
- B. El trabajo desarrollado es mayor para el camino 2.
- C. El trabajo desarrollado es mayor para el camino 3.
- D. El trabajo desarrollado es el mismo para todos los caminos.**

43. Una carga positiva q de prueba se suelta cerca de una carga positiva fija Q .



- A medida que q se aleja de Q , aquella se moverá con
- A. velocidad constante.
- B. aceleración constante.
- C. aceleración creciente.
- D. aceleración decreciente.**

44. Considere un vehículo que se quiere poner en funcionamiento pero que tiene el acumulador descargado.

A tal efecto dicho acumulador puede conectarse al de otro vehículo mediante dos cables. A estos se les denomina cables puenteadores o cables de puentear y tienen poca

resistencia. Suponga que un cable puenteador de buena calidad tiene una resistencia R . Un cable más barato de la misma longitud, pero de diámetro la mitad, tendría una resistencia de valor:

- A. $R/4$
- B. $R/2$
- C. $2R$.
- D. $4R$.**

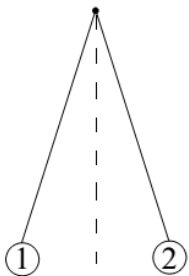
45. Un protón y un electrón parten de posiciones de reposo cercanas a placas con carga opuesta. Las placas son paralelas y se encuentran dentro de un vacío, como se muestra.



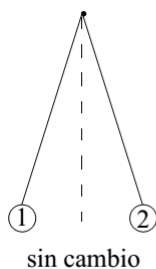
¿Cuál de las siguientes afirmaciones será verdad respecto de la energía cinética con la que cada partícula llega a la placa opuesta?

- A. El protón tendrá la energía cinética más elevada.
- B. El electrón tendrá la energía cinética más elevada.
- C. Las energías cinéticas de ambas partículas serán iguales.**
- D. Las energías cinéticas de ambas partículas serán iguales, pero de signo opuesto.

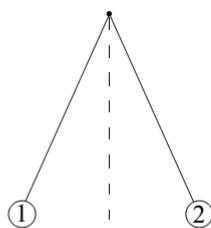
46. Dos bolas de la misma masa y carga se suspenden de cuerdas y quedan separadas con un ángulo como se indica.



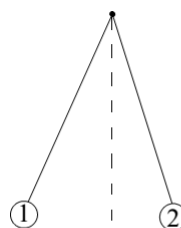
Si se incrementa la carga de la Bola 1 solamente ¿Cómo colgarían las dos bolas? **B**



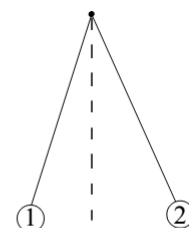
A.



B.



C.



D.

47. Una gota de aceite cargada eléctricamente se encuentra entre dos placas paralelas. La diferencia de potencial entre las placas se ajusta de forma que la gota esté en reposo. Si la gota de aceite se combina con otra que no esté eléctricamente cargada, la gota

combinada:

A. ascenderá

B. descenderá.

C. permanecerá en reposo.

D. ascenderá o descenderá en función de la masa de la segunda gota.

48. Entre un par de placas paralelas emplazadas en el vacío se establece una diferencia de potencial. Un protón situado entre las placas experimenta una aceleración de magnitud a . ¿Cuál sería la aceleración de una partícula alfa?

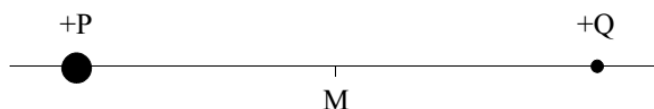
A. $a/4$

B. $a/2$

C. a

D. $2a$

49. Dos cargas puntuales positivas P y Q están fijadas en los puntos indicados. La carga de P es mayor que la de Q . M es el punto medio entre las cargas.



El campo eléctrico debido a las dos cargas será cero en un punto, aparte del infinito, que está

A. a la izquierda de P .

B. entre P y M .

C. entre M y Q .

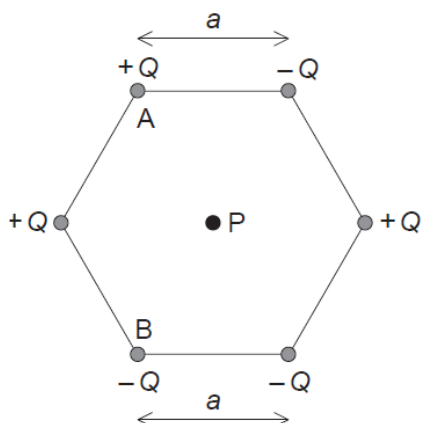
D. a la derecha de Q .

Topic 5.1 - Electric fields / Paper2

1. Cargas puntuales eléctricas

(a) Defina *intensidad del campo eléctrico* en un punto de un campo eléctrico. [2]

(b) Se mantienen seis cargas puntuales de igual magnitud Q en las esquinas de un hexágono con los signos de las cargas tal como se muestran. Cada cara del hexágono tiene una longitud a .



P se encuentra en el centro del hexágono.

(i) Demuestre, utilizando la ley de Coulomb, que el módulo de la intensidad del campo eléctrico en el punto P debida a **una** de las cargas puntuales es $\frac{kQ}{a^2}$. [2]

(ii) Sobre el diagrama, dibuje flechas que representen la dirección y sentido del campo en P debido a la carga puntual A (rotule la dirección y sentido como A) y a la carga puntual B (rotule la dirección y sentido como B). [2]

(iii) La magnitud de Q es de $3,2 \mu\text{C}$ y la longitud a es de $0,15 \text{ m}$. Determine el módulo y la dirección y sentido de la intensidad del campo eléctrico en el punto P debida a las seis cargas. [4]

Part 2 Electrical point charges

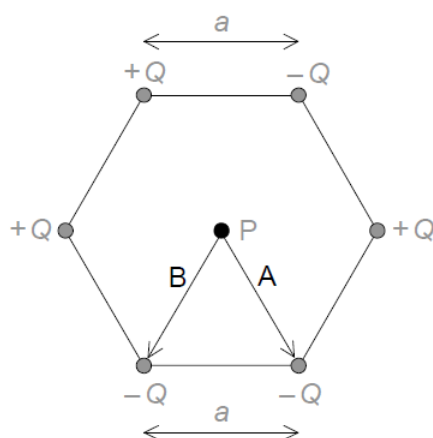
(d) electric force per unit charge;
acting on a small/point positive (test) charge;

[2]

(e) (i) states Coulomb's law as $\frac{kQq}{r^2}$ **or** $\frac{F}{q} = \frac{kQ}{r^2}$;
states explicitly $q = 1$;
states $r = a$;

[2 max]

(ii)



arrow labelled A pointing to lower right charge;
arrow labelled B point to lower left charge;
Arrows can be anywhere on diagram.

[2]

(iii) overall force is due to $+Q$ top left and $-Q$ bottom right / } (can be seen on
top right and bottom left and centre charges all cancel; } diagram)

force is therefore $\frac{2kQ}{a^2}$;

$2.6 \times 10^6 \text{ (N C}^{-1}\text{)}$;

towards bottom right charge; (allow clear arrow on diagram showing direction)

[4]

2. Campos eléctricos

Se coloca una esfera metálica aislada en un vacío. La esfera tiene carga negativa de magnitud 12 nC .

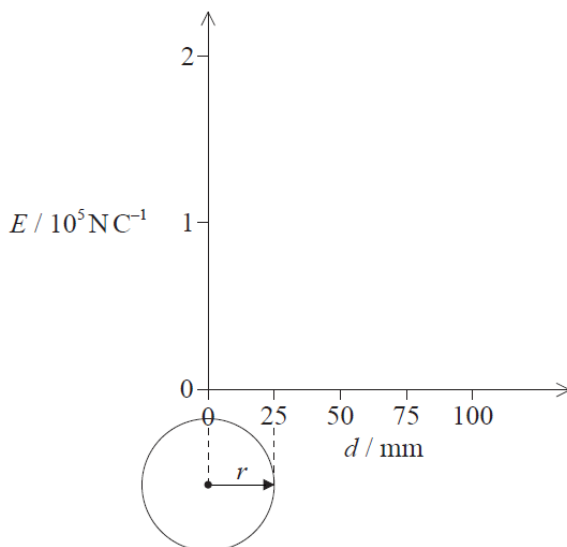


(f) Utilizando el diagrama, dibuje el patrón de campo eléctrico debido a la esfera cargada. [2]

(g) Fuera de la esfera, la intensidad del campo eléctrico es equivalente a la de una carga puntual negativa de magnitud 12 nC situada en el centro de la esfera. El radio r de la esfera es de 25 mm.

(i) Demuestre que el módulo de la intensidad del campo eléctrico en la superficie de la esfera está en torno a $2 \times 10^5 \text{ N C}^{-1}$. [2]

(ii) Sobre los ejes, dibuje una gráfica que muestre la variación de la intensidad del campo eléctrico E con la distancia d al centro de la esfera. [2]



(h) Un electrón está inicialmente en reposo sobre la superficie de la esfera.

(i) Calcule la aceleración inicial del electrón. [2]

(ii) Discuta el movimiento posterior del electrón. [2]

Part 2 Electric fields

- (f) radial field with arrows and direction correct towards the sphere; *(both needed)*
no field inside sphere;

At least four lines of force to be shown on diagram.

[2]

- (g) (i) use of $E = \frac{kQ}{r^2}$;

$1.73 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$; *(must see answer to 2 + significant figures)*

[2]

- (ii) line drawn showing zero field strength inside sphere;
decreasing in inverse square-like way from a value of $2 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$ *or*
 $1.7 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$ at the surface, $d = 25 \text{ mm}$;

[2]

- (h) (i) force = $1.7 \times 10^5 \times 1.6 \times 10^{-19}$; *(allow use of $2 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$)*

$$\text{acceleration} = \left(\frac{2.7 \times 10^{-14}}{9.1 \times 10^{-31}} \right) = 3.0 \times 10^{16} \text{ ms}^{-2};$$

[2]

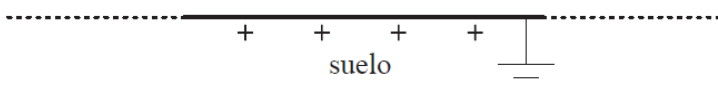
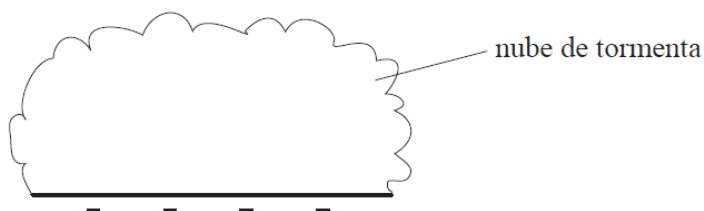
- (ii) radially away from sphere / away from centre of sphere;
velocity increasing but at a decreasing rate / accelerating with decreasing
acceleration;
because (electric) field (strength) is decreasing;

[2 max]

3. Descarga de un rayo

- (a) Defina *intensidad del campo eléctrico*. [2]

- (b) Una nube de tormenta se puede modelizar como una placa cargada negativamente situada paralelamente al suelo



La cantidad de carga de la placa aumenta debido a procesos atmosféricos. Eventualmente, la nube de tormenta descarga una corriente hacia el suelo. Dibuje sobre el diagrama el patrón del campo eléctrico entre la base de la nube de tormenta y el suelo. [3]

(c) El módulo de la intensidad del campo eléctrico E entre dos placas paralelas, infinitas y cargadas está dado por la expresión

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$$

donde σ es la carga por unidad de área sobre una de las placas.

Una nube de tormenta transporta una carga de valor 35 C distribuida en su base. El área de la base es $1,2 \times 10^7 \text{ m}^2$.

(i) Determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico entre la base de la nube de tormenta y el suelo. [3]

(ii) Indique **dos** suposiciones hechas en (c)(i). [2]

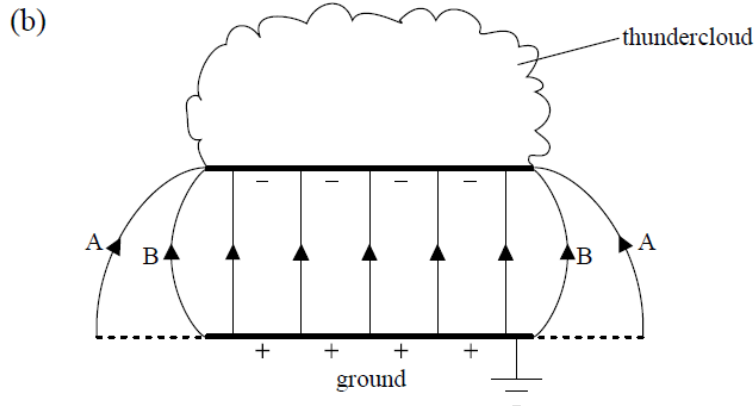
(iii) Cuando la nube de tormenta descarga, la corriente media de descarga es de 1,8 kA. Estime el tiempo de descarga. [3]

(iv) La diferencia de potencial entre la nube de tormenta y el suelo antes de la descarga es $2,5 \times 10^8 \text{ V}$. Determine la energía liberada en la descarga. [4]

B2. Part 1 Lightning discharge

- (a) force acting per unit charge;
on positive test / point charge;

[2]



lines connecting plate and ground equally spaced in the central region of thundercloud
and touching both plates; (*judge by eye*)
edge effects shown; (*accept either edge effect A or B shown on diagram*)
field direction correct;

[3]

(c) (i) $\sigma = \left(\frac{35}{1.2 \times 10^7} \right) 2.917 \times 10^{-6} (\text{C m}^{-2});$
 $E = \frac{2.917 \times 10^{-6}}{8.85 \times 10^{-12}};$
 $= 3.3 \times 10^5 \text{ N C}^{-1} \text{ or } \text{V m}^{-1};$

[3]

- (ii) edge of thundercloud parallel to ground;
thundercloud and ground effectively of infinite length;
permittivity of air same as vacuum;

[2 max]

(iii) $t = \frac{Q}{I};$
 $t = \frac{35}{1800};$
 $= 20 \text{ ms};$

[3]

- (iii) use of energy = p.d. \times charge;
average p.d. = $1.25 \times 10^8 (\text{V});$
energy released = $1.25 \times 10^8 \times 35;$
 $= 4.4 \times 10^9 \text{ J};$

[4]

Award [3 max] for 8.8 GJ if average p.d. point omitted.

Allow ecf from (c)(ii).

4. Campos eléctricos y gravitatorios

- (a) Indique, en lo que respecta a los electrones, la diferencia entre un conductor y un aislante. [1]
- (b) Sugiera por qué ha de haber un campo eléctrico dentro de un conductor que transporta corriente. [3]
- (c) Si el módulo de la intensidad de campo eléctrico dentro de un conductor es de 55 N C^{-1} .

Calcule la fuerza sobre un electrón libre en el conductor. [1]

- (d) La fuerza eléctrica entre dos cargas puntuales es una fuerza fundamental, tal como lo es la fuerza gravitatoria entre dos masas puntuales. Indique **una** similitud entre estas dos fuerzas y **una** diferencia (aparte de que una actúa sobre cargas y la otra sobre masas).

Similitud

Diferencia

- (e) La fuerza sobre una masa de $1,0 \text{ kg}$ en caída libre cerca de la superficie de Júpiter es de 25 N . El radio de Júpiter es de $7,0 \times 10^7 \text{ m}$.
- (i) Indique el valor del módulo de la intensidad del campo gravitatorio en la superficie de Júpiter. [1]
- (ii) Calcule que la masa de Júpiter es aproximadamente $1,8 \times 10^{27} \text{ kg}$. [2]

Part 2 Electric and gravitational fields

- (a) a conductor contains “free” electrons and insulators do not / *OWTTE*; [1]

- (b) to have a current electrons must be accelerated/move along the wire;
and so a (electric) force must act on them;
this is provided by the electric field; [3]

- (c) $8.8 \times 10^{-18} \text{ N}$; [1]

- (d) *similarity*:
both follow an inverse square law;
difference:
gravitational force is always attractive/is much weaker than electric force / electric
force can be repulsion/is much stronger than gravitational force; [2]

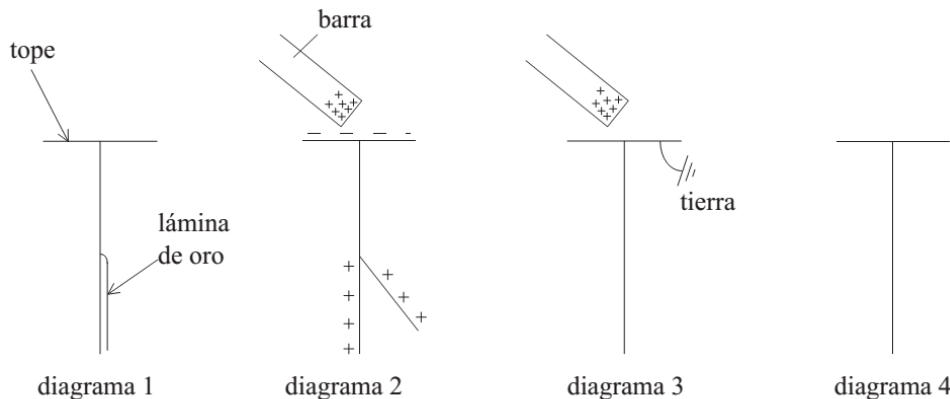
- (e) (i) 25 N kg^{-1} ; [1]

(ii)
$$M = \frac{25R^2}{G};$$

$$= \frac{25 \times 7.0^2 \times 10^{14}}{6.7 \times 10^{-11}};$$

$$= 1.8 \times 10^{27} \text{ kg}$$
 [2]

5. El diagrama 1 muestra un electroscopio de láminas de oro descargado.



Se acerca al tope del electroscopio una barra con carga eléctrica positiva. La hoja de oro diverge y la distribución de la carga en el electroscopio se muestra en el diagrama 2.

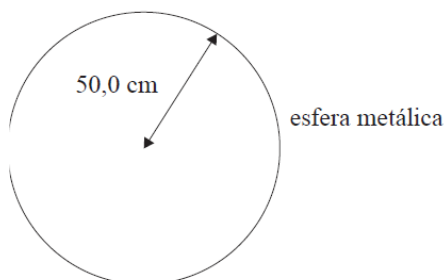
- (a) A continuación se conecta a tierra el tope del electroscopio. Sobre el diagrama 3, dibuje la posición de la lámina de oro y la distribución de la carga en el electroscopio. [2]
- (b) Se retiran la conexión a tierra de (a) y la barra. Sobre el diagrama 4, dibuje la posición de la lámina de oro y la distribución final de la carga en el electroscopio. [2]
- (c) Sugiera, basándose en sus diagramas, si la divergencia de la lámina de oro aporta una medida de la carga en el electroscopio. [1]

- A4. (a) gold leaf fallen;
negative charge on cap and no charge on gold leaf; [2]
- (b) gold leaf raised;
negative charge over gold leaf and cap; [2]
- (c) it would (give a measure of the charge) in diagram 4 but not in diagram 3;
Answer to be consistent with the candidate's diagrams 3 and 4. [1]

6. Esta pregunta trata sobre campos eléctricos.

(a) Defina *intensidad de campo eléctrico*. [2]

(b) Una esfera metálica aislada, de radio 50,0 cm, está cargada positivamente. Sobre el diagrama de más abajo, dibuje líneas que representen el campo eléctrico en el exterior de la esfera. [2]

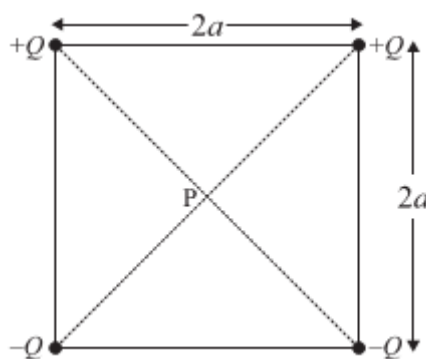


- A3.** (a) force per unit charge;
exerted on a small positive test charge / small positive charge / positive point charge; [2]
- (b) at least four radial lines evenly spaced around the sphere;
with arrows away from centre; [2]
Award [1 max] if any lines inside sphere.

7. Carga eléctrica en reposo

(a) Defina *intensidad del campo eléctrico* en un punto de un campo eléctrico. [2]

Cuatro cargas puntuales de igual valor están situadas en los vértices de un cuadrado, tal y como se muestra a continuación.



La longitud de cada lado del cuadrado es $2a$ y el signo de las cargas es el indicado. El punto P está en el centro del cuadrado.

(b) (i) Deduzca que el módulo de la intensidad del campo eléctrico en el punto P, debido a una de las cargas puntuales, es igual a $KQ/2a^2$ [2]

(ii) Dibuje sobre el diagrama anterior una flecha que represente la dirección y el sentido del campo eléctrico resultante en el punto P. [1]

(iii) Determine el módulo de la intensidad del campo eléctrico en el punto P, en términos de Q, a y k. [3]

Part 2 Electric charge at rest

- (a) the force exerted per unit charge;
on a small positive (test) charge;
Accept either "small" or "test" or both. [2]

- (b) (i) substitute for $r = a\sqrt{2}$;
into $E = \frac{kQ}{r^2}$ to get $E = \frac{kQ}{2a^2}$; [2]

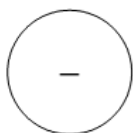
- (ii) ; [1]
↓

- (iii) E for each component $= \frac{kQ}{a^2}$;
add vectorially;
to get $E_{tot} = \sqrt{2} \frac{kQ}{a^2}$; [3]

Award [1] if not added vectorially i.e. $E_{tot} = 2 \frac{kQ}{a^2}$

8. La esfera cargada

El diagrama siguiente muestra una esfera de metal aislada en el vacío. La esfera posee una carga eléctrica negativa de 9,0 nC.



(a) Sobre el diagrama, dibuje flechas que representen la disposición del campo eléctrico debido a la esfera cargada. [3]

(b) La intensidad de campo eléctrico en la superficie de la esfera y en los puntos exteriores a la misma puede determinarse suponiendo que la esfera se comporta como si una carga puntual de magnitud 9,0 nC estuviera situada en su centro. El radio de la esfera es de $4,5 \times 10^{-2}$ m.

Deduzca que el módulo de la intensidad del campo eléctrico en la superficie de la esfera es de $4,0 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$. [1]

Un electrón se encuentra inicialmente en reposo sobre la superficie de la esfera.

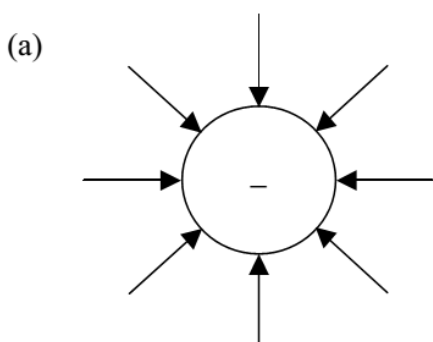
(c) (i) Describa el trayecto seguido por el electrón al abandonar la superficie de la esfera. [1]

(ii) Calcule la aceleración inicial del electrón. [3]

(iii) Indique y explique si la aceleración del electrón permanece constante, aumenta o disminuye al alejarse de la esfera. [2]

(iv) En un cierto punto P, la velocidad del electrón es de $6,0 \times 10^6 \text{ ms}^{-1}$. Determine la diferencia de potencial entre el punto P y la superficie de la esfera. [3]

B1. Part 2 The charged sphere



sufficient arrows to show decreasing radial field;
direction;
no field in the centre;

[3]

(b) (i) use $E = k \frac{q}{r^2}$ to show $E = 4.0 \times 10^4 \text{ V m}^{-1}$;

[1]

(c) (i) along a field line;

[1]

(ii) $F = ma = qE$;

$$a = \frac{q}{m} E;$$

$$= 1.8 \times 10^{11} \times 4.0 \times 10^4 = 7.2 \times 10^{15} \text{ ms}^{-2};$$

[3]

(iii) decreasing;

electric field strength is decreasing so force on electron is decreasing;

[2]

Do not penalize the candidate if they state "field is decreasing".

Award the right answer, with the wrong reason [0].

(iv) increase in KE = $\frac{1}{2} mv^2 = 4.5 \times 10^{-31} \times 36 \times 10^{12} = 1.6 \times 10^{-17} \text{ J}$;
= qV ;

to give $V = 100 \text{ V}$;

[3]

9. Procesos de carga Esta pregunta es sobre dos procesos de carga electrostáticos.

(a) Una varilla de goma R está originalmente descargada. Cuando se frota con una piel, la varilla se hace positiva. Explicar **brevemente** cómo se produce la carga neta positiva en la varilla [1]

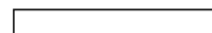
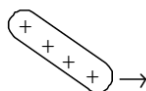
(b) Ahora deseamos utilizar la varilla de goma cargada positivamente para cargar una varilla metálica por **inducción electrostática**. Los diagramas de abajo muestran los pasos en el proceso. Para cada paso, decir lo que ocurre y dibujar la distribución de carga en la varilla metálica. Varilla metálica[4]

(c) La varilla de goma cargada puede continuar utilizándose para cargar por inducción otras varillas metálicas. ¿Cómo puede ser esto consecuente con el principio de conservación de la carga? Justificar la respuesta, teniendo en cuenta toda la carga antes y después del proceso [2].

Varilla metálica

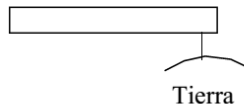
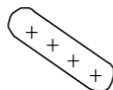


- (i) Se acerca la varilla de goma cargada a la varilla metálica.



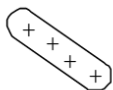
.....
.....

- (ii) Se conecta a tierra la varilla metálica.



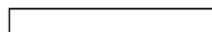
.....
.....

- (iii) Se quita la conexión a tierra.



.....
.....

- (iv) Se quita la varilla de goma.



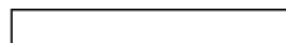
.....
.....

Part 2

- (a) Electrons are transferred from the rubber to the fur, leaving the rubber with a net positive charge. [1]

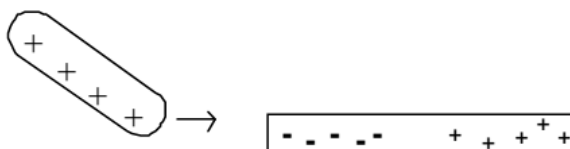
(b)

Metal rod



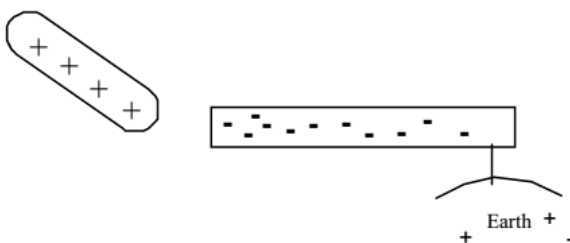
- (i) The charged rubber rod is brought close to the metal rod. [1]

Electrons are attracted toward the positive rod, leaving the other end with a net positive charge.



- (ii) The metal rod is connected to earth. [1]

Electrons flow in from earth, leaving earth with net positive charge.



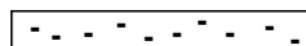
- (iii) The earth connection is removed. [1]

Charge distribution remains, with left end somewhat more negative.



- (iv) The rubber rod is removed. [1]

Excess negative charge spreads out.



- (c) Induction simply separates charge in the metal rod/earth system, so the metal rod becomes negative and earth becomes equally positive, so charge is conserved. Charge on rubber is unaffected. (*Award [2] for the essence of this.*) [2]

continued...