



## Colección exámenes 2ª evaluación (2004-2008) Propiedades de las ondas y campos conservativos

### CUESTIONES

1.- Dibuja las líneas de campo creadas por:

- un dipolo eléctrico
- un sistema de dos masas:  $m$  y  $2m$
- un par de masas iguales separadas una distancia  $r$ .
- dos masas, separadas una determinada distancia, siendo una triple de la otra
- un condensador plano.

2.- Dibuja las líneas de campo y superficies equipotenciales creadas por:

- un hilo con carga negativa.
- un par de cargas positivas idénticas.

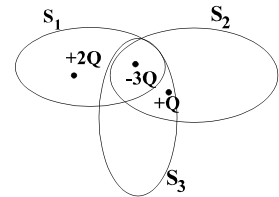
3.- Explica qué es la velocidad de escape y obtén la expresión matemática de la misma.

4.- Una nave espacial se encuentra orbitando alrededor de la Tierra y durante unos segundos enciende sus motores para impulsarse hacia delante, de modo que aumenta su energía total. ¿Qué ocurrirá con el radio de la órbita? Justifica tu respuesta.

5.- Describe e ilustra cómo se comporta un material dieléctrico en el seno de un campo eléctrico.

6.- Calcula el número de electrones con que se ha cargado una esfera metálica de 10 cm de radio, sabiendo que ha adquirido un potencial de -2000 V. Datos:  $e=1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$ ;  $K=9 \cdot 10^9 \text{Nm}^2/\text{C}^2$ .

7.- En la figura se representan tres superficies cerradas,  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$ , y las cargas  $+Q$ ,  $+2Q$  y  $-3Q$ . Halla el flujo del campo eléctrico a través de cada una de las superficies.



8.- Demuestra que la velocidad orbital de un satélite depende únicamente de la distancia a la que queramos hacerlo orbitar y no de su masa.

9.- Si la masa de un cuerpo es de 10 000 kg ¿cuánto pesará a 2000 m de altura sobre el nivel del mar. Datos  $g_0=9,80 \text{ m s}^{-2}$ ;  $R_T=6370 \text{ km}$ .

10.- Una carga eléctrica positiva se mueve en un campo eléctrico uniforme. Razone cómo varía su energía potencial electrostática si la carga se mueve:

- En la misma dirección del campo eléctrico (considera los dos sentidos)
- En dirección perpendicular al campo eléctrico. ¿Y si la carga describe una circunferencia y vuelve al punto de partida?

11.- Indica qué tipo de onda es la que representa la expresión:  $y=0,02 \cdot \cos 8\pi x \text{sen } 0,2\pi t$  (S.I.). Escribe las ecuaciones de las ondas que la produjeron y calcula la distancia ente vientres.

12.- Los instrumentos musicales producen sonidos reforzados para determinadas frecuencias, por lo que emiten una frecuencia fundamental y los armónicos de dicha frecuencia. Obtén la ecuación que expresa estas frecuencias para un tubo abierto, en función de la longitud del tubo.

13.- Dos focos sonoros emiten sonidos de 1000 Hz y amplitud 4mm, en fase. Sabiendo que la velocidad del sonido es 340 m/s, determina cómo vibrará un punto P situado, respectivamente, a 75 y 77,55 m de los focos.

14.- Deduce la expresión general de la interferencia de dos ondas coherentes en un punto cualquiera P,

a partir de la relación trigonométrica:  $\text{sen } a + \text{sen } b = 2 \text{sen} \frac{a+b}{2} \cdot \cos \frac{a-b}{2}$

15.- Las órbitas de dos satélites, que pueden considerarse circulares, tienen radios  $R$  y  $4R$  respectivamente. Enuncia la tercera ley de Kepler y determina la relación que existe entre los períodos de ambos satélites.

16.- Dos satélites A y B, orbitan alrededor de un planeta. Sabiendo que el radio orbital de A es el cuádruple que el de B, ¿en qué relación están sus periodos?

Datos:  $M_{\text{planeta}} = 3 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ ,  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{mKg}^{-2}$

17.- Enuncia el teorema de Gauss para el campo eléctrico y utilízalo para demostrar que una esfera cargada se comporta como si toda su carga estuviese concentrada en su centro.

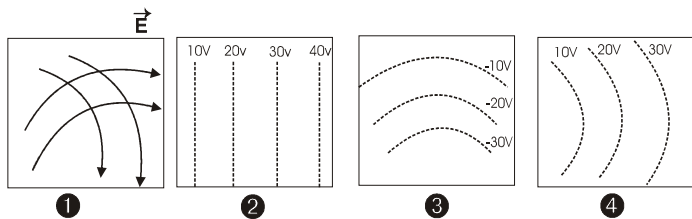
18.- Hemos cargado una esfera metálica de 20 cm de radio a un potencial de -1000 V. Calcula el valor del campo en su superficie y en un punto alejado 50 cm de su centro.

Datos:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

19.- A una esfera metálica de 10 cm de radio se le comunica una carga de -400nC. Calcula el potencial:

- En un punto de su superficie
  - en un punto de su interior
  - en un punto exterior situado a 15 cm de su centro.
- (Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ S.I.}$ )

20.- Las ilustraciones siguientes corresponden a campos eléctricos en ciertas regiones. Razona si pueden corresponder a situaciones posibles o no. En caso afirmativo indica qué puede producirlos o, si es imposible, cuál es el error.



21.- Una partícula describe una trayectoria cerrada bajo la acción exclusiva de un campo eléctrico. Describe qué ocurrirá con sus energías mecánica, cinética y potencial:

- Después de describir una vuelta completa.
- Después de describir media vuelta.

22.- Enuncia el teorema de Gauss y utilízalo para demostrar que una esfera cargada se comporta como si toda la carga estuviese concentrada en su centro.

23.- Describe la dinámica de un satélite artificial de órbita circular y responde a la siguiente cuestión:  
¿Podría un satélite orbitar sobre un paralelo terrestre, esto es, en una órbita cuyo centro no es el centro del planeta?

24.- Suponiendo que Sedna, el décimo planeta de nuestro sistema solar, tiene una densidad media 2/3 de la terrestre y que su radio es la décima parte del radio de nuestro planeta, obtén el valor de la gravedad de Sedna respecto a la terrestre.



25.- Una partícula de polvo de 0,12 ng de masa posee una carga total equivalente a 150 electrones y se encuentra en equilibrio entre dos placas paralelas horizontales cargadas con una diferencia de potencial de 220V. Realiza un diagrama de la situación y calcula la distancia entre las placas. Datos:  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ,  $e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

26.- Explica qué es el efecto Doppler. ¿Qué diferencia física existe entre que sea el foco el que se desplace o que sea el observador?

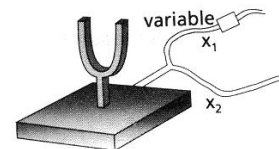
27.- Un meteorito de 30 toneladas se dirige directamente hacia la Luna. Sabiendo que se mueve a 200 m/s cuando está a una distancia de 500 000 km, calcúlese la velocidad del impacto sobre la superficie.

Datos:  $M_L = 7,23 \cdot 10^{22} \text{ kg}$ ;  $R_L = 1750 \text{ km}$ ;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}$

28.- Dos satélites A y B, orbitan alrededor de un planeta. Sabiendo que el radio orbital de A es el óctuple que el de B, y que la masa de A es el triple que la de B. Calcula en qué relación están sus periodos.

## PROBLEMAS

- 1.- La ecuación de una onda en una cuerda tensa es:  $y(x, t) = 4 \cdot 10^{-3} \text{ sen } 8\pi x \text{ cos } 30 \pi t$  (S.I.)
- Explica las características de dicha onda, e indica su amplitud, frecuencia y longitud de onda.
  - Explica cuál es la velocidad de propagación de la onda y cuál es la velocidad de los puntos de la cuerda. Calcule la velocidad máxima del punto  $x = 0,5 \text{ m}$ .
- 2.- Una cuerda, sujeta por ambos extremos, vibra según la expresión:  $y = 3 \cdot \text{sen} \left( \frac{\pi x}{3} \right) \text{ cos } 50\pi t$  (S.I.)
- Determina la amplitud y velocidad de las ondas cuya interferencia dio lugar a la vibración anterior.
  - Calcula la velocidad con que se mueve una partícula de la cuerda situada a 60 cm del foco en el instante  $t=50 \text{ s}$
- 3.-
- Deduces la expresión general de las ondas estacionarias.
  - Escribe la ecuación de una onda estacionaria que en el foco tenga un vientre, de amplitud 10 cm, con 10 Hz de frecuencia y 3 m/s de velocidad de propagación.
- Datos:  $\text{sen } a + \text{sen } b = 2 \text{ sen } \frac{a+b}{2} \text{ cos } \frac{a-b}{2}$  ;  $\text{sen } (a \pm b) = \text{sen } a \cdot \text{cos } b \pm \text{cos } a \cdot \text{sen } b$
- 4.- Se coloca un diapasón de 1000Hz sobre la boca de un tubo abierto por ambos extremos. El tubo puede alargarse y acortarse, a voluntad.
- Realiza los dibujos de las tres primeras situaciones en las que se produce resonancia.
  - Establece la relación matemática adecuada y calcula cuáles son esas tres primeras longitudes.
- 5.- La ecuación de una onda en una cuerda tensa es:  $y(x, t) = 10^{-2} \text{ sen } 6\pi x \text{ cos } 30 \pi t$  (S.I.)
- Explica las características de dicha onda, e indica su amplitud, frecuencia, longitud de onda y la velocidad con que se propaga.
  - Calcula la amplitud y velocidad de vibración máxima con que oscila el punto situado en  $x = 0,2 \text{ m}$ . Razona si se trata de un nodo, un vientre u otro caso.
  - Realiza un dibujo de la onda.
- 6.- La perturbación,  $\Psi$ , asociada a una nota musical tiene por ecuación:
- $$\Psi(x, t) = 5,5 \cdot 10^{-3} \text{ sen } (2764,6 t - 8,11x) \text{ ( S I )}$$
- Explique las características de la onda y determine su frecuencia, longitud de onda, período y velocidad de propagación.
  - ¿Cómo se modificaría la ecuación de onda anterior si, al aumentar la temperatura del aire, la velocidad de propagación aumenta hasta un valor de  $353 \text{ m s}^{-1}$ ?
- 7.- Los puntos de una cuerda vibran transversalmente según la expresión:  $y=0,2 \text{ cos } 10\pi x \text{ sen } 40\pi t$ .  
Determina:
- La ecuación de las ondas que han podido generar dicho movimiento
  - Calcula para localizar los tres primeros vientres de la cuerda.
  - Razona si el foco es un nodo o un vientre.
  - Cuál es la velocidad máxima de vibración que pueden las partículas del medio e indica cuáles son esos puntos
- 8.- Un experimentador conecta dos tubos de goma a una caja de un diapasón electrónico, como se observa en la figura adjunta. A continuación se coloca los extremos de los tubos en los oídos y va modificando la longitud de uno de ellos, haciéndolo gradualmente más largo que el otro. En el momento en que la diferencia de longitud de ambos es de 18 cm se percibe un sonido mínimo. Calcúlese la frecuencia del diapasón. Dato:  $v_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$



- 10.-** El planeta Terrón tiene una gravedad superficial de  $12 \text{ m/s}^2$  y un radio de  $7000 \text{ km}$ . :
- Obtén la expresión general de la velocidad de escape y calculala para Terrón.
  - Calcula el periodo que tendrá su satélite natural, Lunón, que gira en una órbita aproximadamente circular de  $300\,000 \text{ km}$  de radio.
- 11.-** Dos partículas de masas  $2 \text{ kg}$  y  $5 \text{ kg}$  están situadas en los puntos  $(0,2) \text{ m}$  y  $(1,0) \text{ m}$ , respectivamente.
- Dibuja el campo gravitatorio producido por cada una de las masas en el punto  $O(0,0) \text{ m}$  y en el punto  $P(1,2) \text{ m}$  y calcula el campo gravitatorio total en el punto  $P$ .
  - Calcula el trabajo necesario para desplazar una partícula de  $0,1 \text{ kg}$  desde  $O$  hasta  $P$ .  
Dato:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$
- 12.-** Un satélite de  $500 \text{ kg}$  orbita circularmente a  $400 \text{ km}$  de altitud sobre la superficie terrestre. Determina:
- La velocidad orbital y el periodo de revolución del satélite.
  - La energía mecánica del satélite. Reflexiona sobre el resultado.  
Datos:  $R_T = 6370 \text{ km}$ ,  $g_0 = 10 \text{ m s}^{-2}$
- 13.-** Un péndulo de  $20 \text{ cm}$  de longitud consta de una bolita de  $5 \text{ cm}$  de radio y  $10 \text{ g}$  de masa. Cargamos la bolita a un potencial de  $200 \text{ V}$ , y aplicamos un campo eléctrico horizontal de  $100 \text{ N/C}$ .
- Realiza un dibujo donde se recojan las fuerzas actuantes.
  - Calcula el ángulo que se desviará el péndulo de la vertical.  
Datos:  $g = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ;  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
- 14.-** Tenemos un condensador de placas planas paralelas, separadas  $20 \text{ mm}$ , y sometidas a una diferencia de potencial de  $200 \text{ V}$ .
- Dibuja las líneas de campo entre las placas, calcula su valor y exprésalo vectorialmente.
  - Si se deja una partícula  $\alpha$  ( $q = +2e$ ) en libertad sobre la superficie de la placa positiva del condensador, con qué velocidad impactará sobre la placa negativa.  
Datos:  $m_\alpha = 6,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- 15.-** Una esfera de plástico de  $2 \text{ g}$  se encuentra suspendida de un hilo de  $20 \text{ cm}$  de longitud y, al aplicar un campo eléctrico uniforme y horizontal de  $10^3 \text{ N/C}$ , el hilo forma un ángulo de  $15^\circ$  con la vertical.
- Dibuje en un esquema el campo eléctrico y todas las fuerzas que actúan sobre la esfera, y determine su carga eléctrica.
  - Explique cómo cambia la energía potencial de la esfera al aplicar el campo eléctrico.  
Datos:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$ ;  $g = 10 \text{ m s}^{-2}$
- 16.-**
- Calcula la altura a la que hay que elevar un satélite para que sea geoestacionario a partir de  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  y  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ . y  $R_T = 6370 \text{ km}$
  - Calcula la energía que es necesario comunicarle para ponerlo en órbita. Dato: masa del satélite  $10.000 \text{ kg}$ .
- 17.-** La masa del Sol es  $324.500$  veces mayor que la de la Tierra, y su radio  $108$  veces mayor. Calcula:
- Calcula la gravedad solar.
  - Calcula qué altura alcanzará un proyectil lanzado desde la superficie solar, verticalmente hacia arriba, con una velocidad de  $2000 \text{ km/h}$ .
  - Calcula cuál será la velocidad de Venus, en su giro alrededor del sol, sabiendo que la distancia media Venus-Sol es de  $108,2$  millones de  $\text{km}$ .  
Datos:  $g_{0,T} = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ ;  $R_T = 6370 \text{ km}$ .
- 18.-** Tenemos 3 cargas  $q_1 = 2 \mu\text{C}$ ;  $q_2 = -2 \mu\text{C}$  y  $q_3 = 4 \mu\text{C}$ , situadas respectivamente en  $A(2,0)$ ,  $B(2,2)$  y  $C(-1,0)$  expresado en metros. Calcula:
- El valor del campo eléctrico en el punto  $P(0,2)$  y en el infinito.
  - El trabajo que hemos de realizar para transportar una carga de  $-1 \text{ nC}$  desde  $P$  al infinito.  
Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2 \cdot \text{Kg}^{-2}$
- 19.-** Un planeta esférico tiene un radio de  $3000 \text{ km}$ , y la aceleración de la gravedad en su superficie es  $6 \text{ m/s}^2$ .
- ¿Cuál es su densidad media?
  - ¿Cuál es la velocidad de escape para un objeto situado en la superficie de este planeta?  
Dato:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
- 20.-** Un satélite artificial de  $150 \text{ kg}$  está orbitando a  $530 \text{ km}$  de altitud sobre la superficie terrestre. Responde:
- Deduce la velocidad a la que se mueve y explica qué ocurriría con la velocidad si se cambiara

a una órbita más alejada.

b) Calcula la energía que fue necesaria para ponerlo en órbita obviando la rotación terrestre.

Datos:  $g_0 = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ,  $R_T = 6370 \text{ km}$ .

**21.-** Un satélite artificial de 400 kg gira en una órbita circular a una altura  $h$  sobre la superficie terrestre. A dicha altura el valor de la gravedad es la tercera parte del valor en la superficie de la Tierra.

a) Explique si hay que realizar trabajo para mantener el satélite en órbita y calcule su energía mecánica.

b) Determine el período de la órbita.

$g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  ;  $R_T = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$

**22.-** Dos partículas de 10g se encuentran suspendidas de sendos hilos de 30 cm, que cuelgan de un mismo punto. Si ambas son cargadas, con la misma carga, y los hilos se separan hasta formar un ángulo de 60°:

a) Dibuja en un diagrama las fuerzas que actúan sobre las partículas y analiza la energía del sistema en esa situación.

b) Calcula el valor de la carga que se suministró a las partículas.

Datos:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$  ;  $g = 10 \text{ m/s}^2$

**23.-** Disponemos de dos cargas de 4 mC y -2 mC, situadas, respectivamente, en los puntos (2,0) y (4,0). El medio es el vacío. Las distancias están dadas en metros. Calcula:

a) la intensidad del campo y potencial eléctricos en el punto (6,0).

b) El trabajo que hemos de realizar para desplazar una carga de 1 mC desde dicho punto hasta el punto (2,4)

Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$

**24.-** La misión Cassini a Saturno-Titán comenzó en 1997 con el lanzamiento de la nave desde Cabo Cañaveral y culminó el pasado 14 de enero de 2005, al posarse con éxito la cápsula Huygens sobre la superficie de Titán, el mayor satélite de Saturno, más grande que nuestra Luna e incluso más que el planeta Mercurio.

a) Admitiendo que Titán se mueve alrededor de Saturno describiendo una órbita circular de  $1,2 \cdot 10^9 \text{ m}$  de radio, calcule su velocidad y periodo orbital.

b) ¿Cuál es la relación entre el peso de un objeto en la superficie de Titán y en la superficie de la Tierra?

$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$  ;  $M_{\text{Sat}} = 5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg}$  ;  $M_{\text{Titán}} = 1,3 \cdot 10^{23} \text{ kg}$  ;  $R_{\text{Titán}} = 2,6 \cdot 10^6 \text{ m}$  ;  $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

**25.-** Tenemos una esfera de 50,0 cm de radio cargada negativamente, siendo su potencial de -7000 V. Sabiendo que la carga de un electrón es  $1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ , calcula:

a) La carga y el número de electrones que tiene la esfera cargada.

b) Describe lo que ocurrirá a una segunda esfera metálica cuando la acerquemos a la primera.

c) Suponiendo que esa segunda esfera tiene un radio de 10,0 cm y la ponemos en contacto, mediante un cable, qué carga y potencial tendrá cada una de las esferas cuando se alcance equilibrio electrostático.

Dato:  $K = 9,00 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$ .

**26.-** Dos cargas de 2 nC y -4nC respectivamente, están situadas a una distancia de 2 mm. Imagina un punto P situado de tal modo que formase un triángulo equilátero con las cargas indicadas. Calcula:

a) El valor del campo ejercido por las cargas en P y en el infinito.

b) El trabajo necesario para transportar una carga de 5 nC desde P al infinito.

Dato:  $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{Kg}^{-2}$

**27.-** Un satélite artificial de masa 1.200 kg, se eleva hasta una distancia de 6800 km del centro de la Tierra y se le da un impulso mediante cohetes propulsores, para que describa una trayectoria de circular alrededor de ella. Datos: radio de la Tierra=6.400 km,  $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ . Determina.

a) La velocidad del satélite en esa órbita.

b) La energía necesaria para la puesta en órbita del satélite.

c) El período de revolución.

**28.-** a) Calcula la altura a la que hay que elevar un satélite para que sea geoestacionario a partir de  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$  y  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI}$ .  $R_T = 6.400 \text{ km}$

b) Calcula la energía necesaria para ponerlo en órbita. Ignora la velocidad de rotación de la Tierra sobre si misma. Masa del satélite: 10.000 kg

**29.-** a) Calcula el trabajo necesario para elevar un objeto de 20 kg hasta una altura igual al radio terrestre.

- b) Con qué velocidad habría que lanzarlo, desde el suelo, para que alcanzase dicha altura.  
c) Razona cuál debería ser la velocidad del lanzamiento si el cuerpo tuviese el triple de masa.  
Datos:  $R_T = 6370 \text{ km}$ ,  $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ ;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

30.- En una región del espacio donde el campo eléctrico es uniforme, de  $10^2 \text{ N/C}$  dirigido verticalmente hacia abajo, se lanza un electrón horizontalmente a  $2.000 \text{ m/s}$ . Suponiendo que puede despreciarse el peso del electrón, calcula:

- a) La aceleración experimentada por el electrón  
b) La ecuación de velocidad del electrón en función del tiempo y la celeridad a los  $2 \text{ s}$ .  
c) Realiza un dibujo del movimiento resultante del electrón, y razona qué tipo de trayectoria seguiría.

Datos:  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ ;  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$

31.- Un planeta tiene un radio de  $1500 \text{ km}$ , y una gravedad superficial de  $2,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

- a) Calcula su masa, sabiendo que  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$   
b) Calcula la velocidad de escape en dicho planeta.  
c) ¿Qué altura alcanzaría un cuerpo que se lanzase, verticalmente, desde la superficie de ese planeta a  $1000 \text{ m/s}$ ?

32.- Cargamos dos esferas de aluminio de  $20$  y  $10 \text{ cm}$  de radio a potenciales de  $-200\text{V}$  y  $100\text{V}$ , respectivamente. Las situamos a una distancia de  $1 \text{ m}$ .

- a) Calcula la carga y el número de electrones hemos transferido o retirado a cada esfera.  
b) El campo y el potencial en el punto medio de la recta que las une.  
c) Si las conectamos con un hilo metálico qué carga quedará finalmente sobre cada una.  
Dato:  $K = 9,0 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$ ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .